

Mazarin : un outil de suivi et d'expertise pour l'entraînement du cavalier

S. Biau¹, P. Mull¹, É. Pycik¹, J.-F. Debril² F. Durand²

¹ I.F.C.E. Ecole Nationale d'Équitation, BP 207 - 49411 Saumur Cedex, France ³ Nom de l'organisme

² CAIPS - CREPS de Poitiers, Château de Boivre, 86580 Vouneuil-sous-Biard, France

Sophie.biau@ifce.fr



Ce qu'il faut retenir

Lors du cross, le couple cavalier-cheval quitte le champ visuel de l'entraîneur. Les dispositifs de mesure existants ne permettent pas de pallier ce déficit. À la demande de l'entraîneur du Pôle France Jeune de la Fédération Française d'Équitation de concours complet et avec son concours, un outil nommé Mazarin de suivi et d'expertise pour l'entraînement a été conçu et développé. Le dispositif embarqué comprend quatre capteurs de force mono-axiaux (rênes et étriers), trois centrales inertielles dont deux positionnées sur le buste du cavalier et la troisième au niveau du sternum du cheval, et une mini-caméra fixée sous la visière du cavalier. Il ne gêne pas le cavalier et le cheval et est suffisamment robuste pour une utilisation en cross. Un logiciel entraîneur a été conçu pour permettre une visualisation de la vidéo enrichie des efforts dans les aides et de l'orientation du buste. Le système est utilisé dans les trois disciplines olympiques avec la possibilité de synchroniser une vidéo supplémentaire issue d'une prise de vue au bord de la carrière. À la fin de la séance de travail, l'entraîneur peut débriefer avec son cavalier sur la base des informations fournies par Mazarin. La base de données constituée et son analyse permet de renseigner les trois disciplines et d'améliorer la grille de lecture des vidéos enrichies.

1 Contexte et objectifs

La performance en équitation dépend du cheval et du cavalier. Outre les capacités physiques et physiologiques de chacun, la communication au sein du couple est prépondérante. Cette communication passe par l'interaction entre le cavalier et le cheval notamment au niveau des points contact (jambes, rênes et assiette). Les caractéristiques de ces interactions sont liées entre autres, à la posture du cavalier et du cheval et aux mouvements de chaque partie du corps.

L'équitation implique une indispensable gestion de son équilibre avec la particularité de participer à l'équilibre de son cheval en réorganisant le cas échéant sa motricité le plus rapidement possible pour la

performance du couple. L'un des rôles de l'entraîneur est d'analyser et de corriger la gestuelle du cavalier. Pour cela il se base traditionnellement sur des connaissances disciplinaires plus ou moins empiriques, son expérience, des observables de terrain ainsi que sur le ressenti du cavalier. De plus, l'entraîneur n'est pas toujours en capacité de suivre le cavalier même d'un point stratégique d'observation, c'est le cas d'un parcours de cross. Le débriefing à l'issue du parcours s'en trouve altéré et basé essentiellement sur le ressenti du cavalier. D'autre part, la vitesse du couple et la rigueur des conditions environnementales (projection d'eau, de sable et de boue) rendent difficile la prise de mesure et expliquent certainement la pauvreté des données bibliographiques concernant cette épreuve.

Pour faciliter le travail de l'entraîneur, il est donc nécessaire d'avoir une instrumentation embarquée robuste permettant de décrire dans différentes situations d'entraînement les actions du cavalier et ses interactions avec le cheval tout au long de la séance.

L'outil le plus courant pour décrire la posture est le système d'analyse optoélectronique en trois dimensions. Il mesure la position de points disposés sur le corps ce qui permet en utilisant des modèles et méthodes issus de la biomécanique de déterminer la position des centres de gravité segmentaires. Ces systèmes sont limités à une utilisation sur des champs réduits sur simulateur équestre ou en manège.

Plusieurs systèmes composés de capteurs de force ont été développés pour évaluer les interactions entre le cavalier et le cheval et plus précisément pour évaluer les tensions de rênes ou les forces exercées au niveau des étriers. Ces dispositifs sont encore à l'état de prototype et peu d'entre eux sont disponibles à la vente (ex : IPOS Rein Sensor®). Les actions de mains ont été évaluées dans le cadre de travaux de recherche en dressage ou à l'obstacle (Clayton et al., 2005 ; Warren-Smith et al., 2006 ; Eisersjö et al., 2015 ; Kuhnke et al., 2010). Les forces au niveau des étriers ont été évaluées au trot (Van Beek et al., 2012) et au galop (Biau et al., 2017). L'instrumentation la plus complète développée pour le terrain combine la mesure de forces uniaxiales dans les étriers, les tensions des rênes et les pressions exercées sur la selle (Biau et al., 2017). Utilisable sur simulateur ou en dressage, ce système reste inadapté aux conditions environnementales d'enregistrement sur un parcours de cross. Ces dispositifs présentent l'inconvénient d'être encombrants et filaires et par conséquent fragiles et donc inadaptés aux contraintes du cross. Une première étude s'est intéressée à la performance du cavalier de complet (Debril et al., 2018). Pour situer le cavalier sur le parcours, il existe par exemple les systèmes de positionnement par satellite (GPS) et les caméras embarquées (GoPro, Cambox Isi). L'utilisation du GPS nécessite un travail de repérage des obstacles pour pouvoir les situer sur la carte du parcours (SAP, 2014). La fréquence de mesure limitée, la dépendance aux conditions météo et à un environnement souvent couvert (forêt) sont des facteurs limitants. L'utilisation de la caméra embarquée permet d'atteindre une fréquence de prise d'images d'au moins 30 Hz facilitant la correction et le calage précis de l'ensemble des mesures sur le parcours. Les verrous techniques sont l'encombrement de ces caméras, leur autonomie et les risques liés à leur implantation en cas de choc.

Face au constat du manque d'information sur la performance du couple cavalier-cheval sur le parcours de cross, l'entraîneur du Pôle France Jeune de la Fédération Française d'Équitation de concours complet a souhaité se voir doté d'un outil spécifique de mesure et d'analyse.

2 Méthode

La conception et le développement de cet outil de mesure a été itératif, incrémental et adaptatif. L'entraîneur a été associé à toutes les phases du projet pour que ce nouvel outil puisse répondre au mieux à ses besoins.

Les interactions entre le cavalier et le cheval sont mesurées avec des capteurs de force intégrés au niveau des rênes et des étriers et par l'orientation du buste. Ces capteurs ont été réalisés sur mesure. Notre choix s'est porté sur des capteurs de force monoaxiaux intégrés directement dans le plancher de l'étrier. Une électronique spécifique a été développée de manière suffisamment petite pour être portée sur la rêne sans modifier les sensations du cavalier et rendue étanche pour ne pas être détériorée par les projections humides au niveau des étriers. Pour des raisons de sécurité, le système a été conçu pour que les quatre modules d'acquisition (2 rênes et 2 étriers instrumentés) ne soient pas reliés par une connexion filaire pendant les mesures. L'estimation de l'orientation du buste du cavalier et du tronc du cheval est obtenue à l'aide d'un dispositif APDM (APDM INC., Portland, USA). Les mouvements de flexion-extension du haut et du bas du dos sont les mouvements effectués dans le plan sagittal (d'avant en arrière). Les mouvements d'inclinaison sont les mouvements effectués dans le plan frontal (vers la droite et vers la gauche). L'estimation de l'orientation du buste se fait par rapport à une position de référence. Celle-ci a été choisie cavalier debout les bras le long du corps pour prendre en compte la morphologie naturelle du cavalier.

3 Résultats

Mazarin est utilisé quel que soit le type de séance, cross, saut d'obstacles et dressage. Cet outil de mesure développé est à notre connaissance le premier à permettre de réaliser des mesures embarquées sur un cross. Le cavalier n'est pas du tout gêné par son utilisation. Le logiciel entraîneur associé présente une visualisation

synchrone des mesures avec la vidéo filmée depuis la visière du cavalier pour les séances de cross et/ou de la carrière/manège pour les séances de dressage et de saut d'obstacle. Le succès de la conception de cet outil d'expertise a reposé sur un travail collaboratif et de nombreux allers-retours entre l'entraîneur avec ses besoins sur le terrain et les scientifiques.

Mazarin a été utilisé pour plusieurs dizaines de couples. Toutes ces mesures constituent une première référence bibliographique décrivant les trois disciplines. Leurs analyses permettent de constituer les premiers indicateurs d'évaluation objective de la performance produite. De plus, les enregistrements effectués avec les cavaliers de l'équipe de France de concours complet confirment les hypothèses d'évaluation en ligne droite telles qu'une parfaite symétrie et synchronisation des actions de jambes et des tensions de rênes synchrones et faibles. Ces indicateurs permettent d'affiner la grille de lecture associée au logiciel entraîneur. Ainsi, l'entraîneur dispose d'informations nouvelles et pertinentes pour orienter ses consignes techniques et sa programmation d'entraînement du cavalier.

4 Applications pratiques

L'outil de mesure est maintenant exploité par le plateau technique de l'IFCE-ENE. Il permet à ses chercheurs de fournir au cavalier un compte-rendu d'expertise personnalisé quel que soit le type de séance réalisée et d'enrichir la base de données. Ce compte rendu d'Accompagnement Scientifique de la Performance (ASP) renseigne la symétrie et la synchronisation des aides, la gestion de l'équilibre avec une préférence haut ou bas du buste (point mobile), les inclinaisons du buste en lien avec une asymétrie des aides et ceci aux trois allures en ligne droite aux deux mains. Un double enregistrement avec un autre cheval permet d'affiner l'analyse en inspectant un éventuel « effet cheval » sur les aides. Chaque ASP s'accompagne d'un échange oral entre le cavalier, l'entraîneur et ou le chercheur. Au-delà de l'aspect purement technique, Mazarin constitue un support pour que le cavalier verbalise son action à posteriori, et contribue en cela à renforcer l'entraînement (Durand, 2005).

Des analyses plus approfondies enrichissent des études menées en parallèle des ASP :

- Une première analyse (Biau, 2018) a mis en évidence un fort impact du cavalier sur les tensions de rênes : une asymétrie d'action de main d'un cavalier s'exprime quel que soit le cheval.
- L'analyse des accélérations mesurées au niveau de la région lombaire, du sternum du cavalier et celui de son cheval a permis d'estimer les sollicitations mécaniques du rachis du cavalier dont les prévalences de rachialgie sont élevées (Biau, 2019)
- L'analyse des data des centrales inertielles fixées sur le buste va permettre d'évaluer l'évolution du fonctionnement du cavalier avec la fatigue ou encore l'impact d'une préparation physique (Etudes en cours)

5 Perspectives

L'analyse du geste doit être considérée comme un ensemble, où chaque élément est en interaction permanente avec l'autre. L'équilibre du cavalier dépend de l'équilibre du cheval. Il était donc indispensable de développer l'analyse du capteur fixé au niveau du sternum du cheval. Il permet d'analyser l'équilibre du cavalier en fonction de l'équilibre du cheval (tangage et roulis). Compte-tenu des observations réalisées à l'issue des quelques dizaines de mesures et des nombreux échanges avec les entraîneurs et les cavaliers, il nous semble pertinent d'enrichir l'interface avec l'affichage de la position du buste du cavalier et du tronc du cheval, vues de profil et de derrière. D'autre part, les échanges avec l'entraîneur nous ont conduit à envisager un deuxième écran pour analyser de manière plus efficace les informations d'un événement tel que la préparation ou la réception d'un saut ou encore de comparer une figure aux deux mains (appuyers, pirouettes etc.)

Avec la demande exponentielle des cavaliers, il convient de faire évoluer notre prototype pour minimiser les temps ingénieur et maximiser la robustesse. Mazarin II est en développement afin de satisfaire la demande des cavaliers et des entraîneurs dont les besoins et l'intérêt ne cessent de se développer.

À moyen terme, une diffusion en direct des mesures à destination de l'entraîneur est envisagée. Mazarin II sera enrichi d'autres capteurs, en particulier d'un GPS, dont les mesures seront intégrées au logiciel entraîneur.

6 Références

Biau S., Debril J.-F., 2017. Descriptif des aides au trot et au galop en ligne droite. Journée de la Recherche Equine 2017 – Actes de colloques, pp. 110-116.

Biau S., Pycik E., Debril JF, 2018. Body accelerations in riders during canter and gallop. 14th International Equitation Science Conference, Rome, September 21-24.

- Clayton, H., Singleton, W., Lanovaz, J., Cloud, G., 2005. Strain gauge measurement of rein tension during riding: a pilot study. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, 2(3), pp.203-205.
- Debril JF, Mull PH, Pycik E., Durand F., Biau S. (2018) Conception d'un outil de suivi et d'expertise pour l'entraînement en cross. 44^{ème} Journée de la Recherche Equine, 15 mars 2018; FIAP, Paris, p 107-116.
- Durand, M., Hauw, D., Leblanc, S., Saury, J., Sève, C. (2005). Analyse de pratiques et entraînement en sport de haut niveau. *Education Permanente*, 161, 54-68.
- Eisersiö, M., Rhodin, M., Roepstorff, L., Egenvall, A., 2015. Rein tension in 8 professional riders during regular training sessions. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 10(5), pp.419-426.
- Kuhnke, S., Dumbell, L., Gauly, M., Johnson, J., McDonald, K., König von Borstel, U., 2010. A comparison of rein tension of the rider's dominant and non-dominant hand and the influence of the horse's laterality. *Comparative Exercise Physiology*, 7(02), pp.57-63.
- SAP, 2014. Vidéo visionnée à : <https://youtu.be/IPBTeddxdlQ> [accès le 9 janvier 2018].
- Nez, A., 2017. Mesure inertielle pour l'analyse du mouvement humain : Optimisation des méthodologies de traitement et de fusion des données capteur, intégration anatomique. *Biomécanique, bio-ingénierie*. Université de Poitiers.
- van Beek, F., de Cocq, P., Timmerman, M., Muller, M., 2012. Stirrup forces during horse riding: A comparison between sitting and rising trot. *The Veterinary Journal*, 193(1), pp.193-198.
- Warren-Smith, A., Curtis, R., Greetham, L. and McGreevy, P., 2007. Rein contact between horse and handler during specific equitation movements. *Applied Animal Behaviour Science*, 108(1-2), pp.157-169.