



Eléna Pycik

Ingénieure de recherche en équitation.

Après des études de physique à Grenoble INP - Phelma, j'ai intégré en 2017 le plateau technique IFCE « Equitation et performance sportive » de Saumur. Je réalise des Accompagnements Scientifiques à la Performance de couples cavalier-cheval à l'aide de différents capteurs. Les données objectives recueillies permettent de mieux comprendre l'équitation et il me tient à cœur de faire part de ces nouvelles connaissances au plus grand nombre dans un souci de performance et de santé du cavalier et du cheval.

[elena.pycik@ifce.fr](mailto:elena.pycik@ifce.fr)

### Partenaire(s)



### Financier(s)



## Mazarin : des données pour analyser les aides en équitation

Eléna Pycik<sup>1</sup>, Sophie Biau<sup>1</sup>, Benoit Pasquier<sup>1</sup>, François Durand<sup>2</sup>, Jean-François Debril<sup>2</sup>, Philippe Mull<sup>1</sup>, Pascal Casari<sup>3</sup>, Agnès Olivier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Français du Cheval et de l'Équitation, Saumur, France

<sup>2</sup>Centre d'Analyse d'Images et Performance Sportive, Poitiers, France

<sup>3</sup>Nantes Université, École Centrale Nantes, CNRS, GeM, UMR 6183, Saint-Nazaire, France

### Type de présentation : présentation orale – étude de terrain

#### Ce qu'il faut retenir :

Depuis plusieurs années, l'IFCE réalise de l'Accompagnement Scientifique à la Performance du couple cavalier-cheval. L'outil de suivi « Mazarin », utilisé dans cette démarche, a permis de constituer une importante base de données. Dans cette étude, l'effet du niveau d'expertise (Experts vs Avancés) et l'effet du sexe (Hommes vs Femmes) sur les aides et le fonctionnement postural ont été analysés avec les données de 32 cavaliers au trot enlevé. Les angles de flexion-extension sont moins variables pour les cavaliers Experts que pour les Avancés. Les accélérations du tronc selon les trois axes de déplacement diffèrent également selon le niveau d'expertise. Les pics de tension de la rêne gauche sont plus élevés pour les Experts. Concernant le sexe, des différences apparaissent sur les orientations posturales et sur les accélérations du tronc selon les trois axes de déplacement. L'exploitation de la base de données « Mazarin » permet de mieux comprendre la pratique de l'équitation et donne un nouveau point de regard à l'entraîneur qui peut prendre en compte ces résultats dans ses entraînements pour les rendre plus spécifiques.



© Alain Laurieux. Un couple cavalier-cheval portant l'outil de suivi « Mazarin »

## 1 Contexte et objectifs

Pour performer en équitation, le cavalier doit optimiser son interaction avec le cheval. Cela nécessite un fonctionnement postural efficient et des aides justes et précises (mains, jambes, assiette). Le fonctionnement du cavalier a commencé à être décrit dans la littérature scientifique dans les années 80 suite au développement de nouvelles technologies d'analyses cinétiques (les forces) et cinématiques (le mouvement).

La main du cavalier est reliée à la bouche du cheval par les rênes. Les tensions exercées par le cavalier sur les rênes ne sont pas constantes et diffèrent selon les allures. Ces tensions vont de 6,9 à 43 N à l'allure du pas, de 10,8 à 51 N au trot et de 1,5 à 104 N au galop (1). De la même manière, les pieds du cavalier reposent sur les étriers permettant un appui supplémentaire. Les forces exercées perpendiculairement au plancher ne sont pas constantes. Selon les auteurs, les valeurs des pics varient entre  $7,4 \pm 1,6$  N/kg et  $11,5 \pm 2,7$  N/kg ( $1,17 \pm 0,28$  N/N) lors de la phase enlevée du trot (2), (3). Les tensions des rênes ainsi que les forces exercées sur les étriers sont cycliques (foulée après foulée). Le segment du tronc du cavalier représente à lui tout seul près de la moitié du poids du corps. L'orientation et les déplacements de ce segment ont donc un impact majeur sur l'équilibre du couple cavalier-cheval (théorème du barycentre et seconde loi de Newton). Les études sur l'expertise montrent que les cavaliers professionnels orientent le bassin vers l'avant et le tronc est proche de la verticale. Les déplacements avant-arrière du tronc sont moins importants chez les professionnels que chez les novices. Le fonctionnement des cavaliers (mains, jambes, tronc) décrit dans la littérature peut aussi varier selon les différences interindividuelles comme le sexe, le morphotype, le style perceptif (4). Les études sur l'influence du sexe dans le fonctionnement postural sont peu nombreuses. Pour la marche, des différences de stratégies de stabilisation posturale sont trouvées entre les hommes et les femmes (5). Les femmes amortissent plus efficacement les accélérations avant-arrière des épaules à la tête que les hommes. Par ailleurs, dans l'axe latéral droite-gauche, les femmes subissent plus d'accélération au niveau du bassin que les hommes.

L'objectif de cette étude est d'examiner notre base de données recueillies à l'aide de l'outil de suivi « Mazarin » (6) tout en s'appuyant sur la littérature scientifique existante. L'accent sera mis sur les différences de fonctionnement postural du cavalier selon le niveau d'expertise et le sexe à l'allure du trot enlevé.

## 2 Méthode

### 2.1 Participants

Trente-deux couples cavalier-cheval montant en filet simple et selle mixte ont été étudiés. Ils ont été partagés en deux groupes suivant le niveau d'expertise : le groupe des « Experts » ( $n=19$ , de niveau amateur 1 ou supérieur, âge= $29 \pm 11$  ans, poids= $64,5 \pm 8,6$  kg, 12 femmes et 7 hommes,) et le groupe des « Avancés » ( $n=13$ , niveau amateur 4, 3 ou 2, âge= $29 \pm 9$  ans, poids= $58,4 \pm 8,0$  kg, 12 femmes et 1 homme). Ils ont également été partagés en deux autres groupes suivant leur sexe : les « Hommes » ( $n=8$ , âge= $32 \pm 15$  ans, poids= $67,4 \pm 4,1$  kg, 7 experts et 1 avancé) et les « Femmes » ( $n=24$ , âge= $28 \pm 8$  ans, poids= $60,3 \pm 9,2$  kg, 12 expertes et 12 avancées). La latéralité manuelle a été contrôlée : 18 droitiers et 1 gaucher chez les Experts et 8 droitiers et 4 gauchères chez les Avancés.

### 2.2 Matériel et procédure expérimentale

Les couples cavalier-cheval ont été équipés de l'outil de suivi « Mazarin » composé de centrales inertielles positionnées sur le tronc du cavalier et la sangle du cheval, ainsi que de capteurs de forces intégrés dans les rênes et les étriers (6). Toutes les acquisitions ont été réalisées en condition écologique dans différents centres équestres et sur deux sites IFCE pendant une séance de travail. Une fois équipés, les cavaliers avaient pour consigne de réaliser une détente type aux différentes allures. Nous nous sommes intéressés à l'allure du trot enlevé, où 4 lignes droites par cavalier ont été sélectionnées (deux à main droite et deux à main gauche).

### 2.3 Traitement des données issues de Mazarin

Les tensions des deux rênes et les forces normales au plancher des deux étriers (droit et gauche) ont été analysées (moyenne, écart-type) ainsi que les valeurs des pics maximums associés (moyenne et écart-type, un pic obtenu par

foulée) en Newton (N). Les forces normales aux étriers ont été normalisées par le poids des cavaliers (N/kg). Les accélérations dans les différents axes de déplacement (avant-arrière, droite-gauche, haut-bas) issues des centrales inertielles du cavalier et du cheval ont été analysées (moyenne, écart-type) ainsi que les pics d'accélération à chaque demi foulée (moyenne et écart-type) en m/s<sup>2</sup>. Les angles de flexion-extension et d'inclinaison droite-gauche du cavalier et du cheval, définis par rapport à la position de référence du cavalier « debout » (6), ont également été analysés (moyenne, écart-type) en degré. Les données ont été traitées avec nos propres algorithmes (6). Des statistiques descriptives ainsi qu'une analyse de variance (test de Mann-Whitney ou de Student selon les conditions de normalité des variables) ont été réalisées pour évaluer l'effet de l'Expertise (Experts vs Avancés) et du Sexe (Hommes vs Femmes). Le seuil de significativité est défini à 0,05.

### 3 Résultats

#### 3.1 Les tensions de rênes

Cette étude ne met pas en évidence de différence statistiquement significative pour les tensions de rênes moyennes selon le niveau d'expertise et le sexe. Cependant, les pics de tension dans la rêne gauche plus élevés chez les Experts : 38±12 N vs 28±15 N (p=0,045).

#### 3.2 Les forces sur les étriers

L'analyse statistique ne montre pas de différence sur les forces des étriers selon le niveau d'expertise et le sexe. De manière générale, le Tableau 1 présente les valeurs moyennes et les pics de tension des deux rênes ; ainsi que les valeurs moyennes et les moyennes des pics de force sur les deux étriers.

Tableau 1 : valeurs moyennes et moyennes des pics de force des rênes et des étriers

Trot enlevé	Tensions des rênes (N)		Forces sur les étriers (N/kg)	
<b>Moyenne</b>	Rêne droite	16±7	Etrier droit	2,5±0,7
	Rêne gauche	17±7	Etrier gauche	2,1±0,4
<b>Moyenne des pics</b>	Rêne droite	31±12	Etrier droit	7,7±1,5
	Rêne gauche	34±14	Etrier gauche	7,4±1,3

Moyennes et écart-types des tensions de rênes (N) et des forces sur les étriers (N/kg); moyennes et écart-types des pics de tension de rênes (1 pic par foulée) et des pics de force sur les étriers (le pic de la phase enlevée) ; sur 4 lignes droites de trot enlevé pour 32 cavaliers

#### 3.3 Le tronc du cavalier

**Effet niveau d'expertise :** *Au niveau du haut du tronc (sternum)*, les Experts présentent une plus faible variabilité des angles de flexion-extension que les Avancés. De plus, les pics d'accélération dirigés vers la droite sont plus faibles pour les Experts que pour les Avancés. Les pics d'accélération dirigés vers la tête (vers le haut) sont plus faibles pour les Experts que pour les Avancés. *Au niveau du bas du tronc (3<sup>ème</sup> lombaire)*, les accélérations avant-arrière moyennes indiquent plus d'accélération vers l'arrière pour les Avancés que pour les Experts. De plus, les pics d'accélération dirigés vers la droite sont plus faibles pour les Experts que pour les Avancés.

**Effet sexe :** *Au niveau du haut du tronc (sternum)*, les Femmes présentent une plus grande variabilité des angles de flexion-extension que les Hommes, tandis que les Hommes présentent une plus grande variabilité des angles d'inclinaison droite-gauche que les Femmes. Les accélérations avant-arrière moyennes indiquent plus d'accélération vers l'avant pour les Femmes que pour les Hommes. Les pics d'accélération dirigés vers la droite sont plus faibles pour les Hommes que pour les Femmes. *Au niveau du bas du tronc (3<sup>ème</sup> lombaire)*, les Femmes présentent une plus grande variabilité des angles de flexion-extension que les Hommes. De plus, les accélérations avant-arrière moyennes indiquent plus d'accélération vers l'arrière pour les Femmes que pour les Hommes. Les accélérations haut-bas moyennes indiquent moins d'accélération vers la tête (vers le haut) pour les Femmes que pour les Hommes.

## 4 Conclusions et applications pratiques

L'analyse de la base de données « Mazarin » nous a permis de caractériser et de comparer à la littérature existante les aides et le fonctionnement postural d'un groupe de cavaliers selon le niveau d'expertise et le sexe au trot enlevé. Cette étude montre qu'avec l'expertise, le tronc présente plus de stabilité dans l'axe avant-arrière (les angles de flexion-extension présentent une plus faible variabilité), ce qui rejoint les résultats de la littérature (4). De plus, l'analyse des accélérations laisse à penser que les Avancés pourraient moins bien gérer les mouvements liés à la locomotion du cheval (moins d'anticipation). Les valeurs des pics de tension de la rêne gauche plus importantes pour les Experts pourraient s'expliquer par un effet de la latéralité dans ce groupe (proportionnellement plus de droitiers) ou de la symétrie structurelle (structure osseuse, ex : longueur de segment) ou fonctionnelle (composition musculaire, ex : tonus musculaire). Néanmoins, à ce jour, les études scientifiques ne tendent pas vers un consensus à ce sujet.

Concernant l'influence du sexe dans le fonctionnement postural, cette étude montre des différences de stabilisation du tronc (la variabilité des angles de flexion-extension diffère selon le sexe) et des différences d'accélération subies selon les trois axes de déplacement. Celles-ci pourraient provenir de stratégies de coordination différentes (5) et s'expliqueraient par les nombreuses différences qui caractérisent le sexe : le morphotype, la gestion de l'équilibre, le gainage, etc. Ces différences ne se retrouvent pas sur les tensions de rênes ni sur les forces sur les étriers (normalisées par le poids).

De manière générale, les valeurs des tensions de rênes et les valeurs de pics de force sur les étriers lors de la phase enlevée obtenues sont cohérentes avec la littérature (1), (3).

Applications pratiques : L'exploitation de la base de données « Mazarin » permet de mieux comprendre la pratique de l'équitation et donne un nouveau point de regard à l'entraîneur qui peut prendre en compte ces résultats dans ses entraînements pour les rendre plus spécifiques. De plus, l'originalité de l'outil « Mazarin » repose sur la synchronisation des différents capteurs avec une caméra permettant ainsi à l'entraîneur de compléter ses interventions par une visualisation de l'entraînement enrichie par notre analyse (6).

## 5 Pour en savoir plus

- (1) L. Dumbell, C. Lemon, and J. Williams, "A systematic literature review to evaluate the tools and methods used to measure rein tension," *J. Vet. Behav.*, vol. 29, pp. 77–87, 2018.
- (2) F. E. van Beek, P. de Cocq, M. Timmerman, and M. Muller, "Stirrup forces during horse riding: A comparison between sitting and rising trot," *Vet. J.*, vol. 193, no. 1, pp. 193–198, 2012.
- (3) P. Martin, L. Cheze, P. Pourcelot, L. Desquilbet, L. Duray, and H. Chateau, "Effect of the rider position during rising trot on the horse's biomechanics (back and trunk kinematics and pressure under the saddle)," *J. Biomech.*, vol. 49, no. 7, 2016.
- (4) A. Olivier, E. Faugloire, L. Lejeune, S. Biau, and B. Isableu, "Head stability and head-trunk coordination in horseback riders: The contribution of visual information according to expertise," *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 11, no. January, pp. 1–16, 2017.
- (5) C. Mazzà, M. Iosa, P. Picerno, and A. Cappozzo, "Gender differences in the control of the upper body accelerations during level walking," *Gait Posture*, vol. 29, no. 2, pp. 300–303, 2009.
- (6) J. Debril, P. Mull, É. Pycik, F. Durand, and S. Biau, "Conception d'un outil de suivi et d'expertise pour l'entraînement en cross," *44ème Journée la Rech. Equine*, 2018.

## En partenariat avec :

