



41<sup>ème</sup> Journée de la Recherche Équine  
Jeudi 12 mars 2015

## Interaction cavalier-cheval lors de transitions d'allures : coordinations posturales du cavalier selon le niveau d'expertise

Par

A. Olivier<sup>1</sup>, F. Bonneau<sup>1</sup>, J. Jeuvrey<sup>1</sup>, B. Isableu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Paris-Sud – UFR STAPS – Laboratoire EA 4532 CIAMS – Rue Pierre de Coubertin – Bat 335 –  
91 405 Orsay

### Résumé

En équitation, les changements d'allures (transitions) sont des sources importantes de déséquilibre entre le cavalier et son cheval. Les stratégies de stabilisation posturales évoluent selon le niveau d'expertise d'une stratégie dite en « bloc » vers une stratégie dite « articulée ». L'objectif de cette étude visait à identifier les modes de couplage mis en œuvre par le cavalier en fonction de son niveau d'expertise afin d'optimiser la synchronisation avec le cheval lors de variations d'allure contrôlées par un simulateur équestre. Le cavalier expert aurait une plus grande habileté à exploiter les informations sensorielles d'origines proprioceptives que le cavalier débutant, impliquant une meilleure stabilisation posturale chez l'expert. 13 cavaliers professionnels et 13 novices ont réalisé une tâche de contrôle postural sur simulateur équestre. Les résultats de l'analyse montrent d'une part un effet du niveau d'expertise et d'autre part un effet de la variation d'allure sur le couplage cavalier-cheval.

**Mots clés : Coordination posturale, transition d'allures, expertise, cavalier**

### Summary

In horseriding, changes of gaits (transition) are important sources of desynchronization in the interaction between horse and rider. From what is called "in bloc" to "articulated", postural coordination strategies evolve according to the riders' level of expertise. The objective of this study was, according to this level of expertise, to identify the coupling patterns implemented by riders to optimize synchronization when variations of gaits are introduced by the riding simulator. Thanks to his improved postural coordination, the expert rider is expected to have a greater ability to exploit the proprioceptive and kinesthetic information than the novice. 13 professional riders and 13 novices have completed an assignment of postural control on a riding simulator. The analysis of results shows, on one hand, an effect of the level of expertise and on the other hand, an effect of the variation of gaits on the rider-horse coupling.

**Key-words: postural coordination, gait transition speed, expertise, rider**



## Introduction

En équitation le cavalier doit gérer en permanence un certain nombre d'incertitudes (type de cheval, changements d'allures du cheval, environnement, ...). L'optimisation de la coordination entre le cavalier et son cheval (couplage) dépend des systèmes sensoriels tels que la vision, le système vestibulaire (récepteur de l'oreille interne) et de la sensibilité proprioceptive (récepteurs musculaires et tendineux) (Ernst & Bühlhoff, 2004), et évoluerait selon le niveau d'expertise vers une prépondérance des informations proprioceptives (e.g. Vuillerme *et al.* 2001). Les experts utiliseraient une stratégie dite en mode « articulée » impliquant une libération des différentes articulations permettant une meilleure coordination avec un support ou une autre personne. A l'inverse les novices utiliseraient une stratégie dite en mode « bloc » impliquant un « verrouillage » de certaines articulations rendant la coordination plus instable. L'objectif de cette étude visait à identifier le mode de coordination posturale mis en œuvre par le cavalier lors de changement d'allure en fonction de son niveau d'expertise. La plus grande habileté des cavaliers experts à exploiter les informations proprioceptives et auditives (Olivier *et al.* 2014) devrait se traduire par un couplage plus en phase et plus synchrone des mouvements de leurs corps avec ceux du simulateur par rapport aux novices lors de changements de vitesses de mouvements du simulateur (transition ascendante *vs* descendante).

## 1. Matériel et méthode

### 1.1. Participants et matériels

13 cavaliers professionnels (catégorie Am et Pro) ainsi que 13 novices, n'ayant jamais obtenus de diplômes équestres ont été recrutés. Le simulateur équestre utilisé pour l'entraînement postural d'élèves en formation à la MFR de Vimoutiers a été utilisé, permettant de placer l'ensemble des sujets dans les mêmes conditions expérimentales. La mesure des déplacements posturaux a été réalisée en 3 dimensions au moyen de caméras optoélectroniques « Optitrack » (fréquence 250 Hz) de capture du mouvement. Les participants étaient équipés de marqueurs rétro-réfléchissants placés sur différents segments. Parmi ces marqueurs nous en avons sélectionnés 10 pour notre analyse au niveau de la tête, du tronc (C7, T10), du bassin, du membre supérieur (épaule, coude, poignet) ainsi que du membre inférieur (genou, malléole, talon) (Cf Lagarde *et al.* 2005).

### 1.2. Procédure expérimentale

Une fois les sujets équipés, ils ont tous été positionnés sur la selle du simulateur de manière identique. Une phase d'habituatation aux mouvements du simulateur (moins de 10 secondes) était effectuée par tous afin de limiter l'effet de surprise. Les participants avaient pour consigne de se stabiliser sur le simulateur en mouvement pendant 180 s et de regarder devant eux sans tourner la tête durant toute la durée des enregistrements. Le déplacement de l'ensemble des marqueurs des cavaliers ont été enregistré. Cet enregistrement a été fractionné en 6 vitesses différentes durant 30 s. chacune : soit à 70 - 60 - 80 - 70 - 80 - 60 mouvements / min. Nous focaliserons notre analyse sur la transition ascendante (60 - 80) *vs* descendante (80 - 60) de cet enregistrement. Les cavaliers n'avaient aucune connaissance *a priori* du type de variations de vitesse qui allait être effectué.

### 1.3. Analyse des données

Les données enregistrées pour chaque marqueur ont été filtrées (filtre Butterworth passe-bas 12 Hz). Nous avons calculé les Phases Relatives (PR) discrètes des différents points anatomiques étudiés (tête, C7, T10, bassin, épaule, coude, poignet, genou, malléole, talon) du cavalier par rapport marqueur positionné sur le simulateur dans l'axe z, soit : le temps de la position maximale d'un point du cavalier par rapport au temps de la position maximale d'un point du simulateur. La formule utilisée pour le calcul de la phase relative (PR) discrète est la suivante :

$$PR = \frac{T_{\max(\text{segment})} - T_{\max(\text{simulateur})}}{\text{Temps d'un cycle}}$$

Une PR égale à 0° indique une parfaite synchronisation entre les mouvements du cavalier et ceux du cheval. Le cavalier est dit « en phase ». Une PR négative (<0°) révèle une « anticipation de phase » et à l'inverse une PR positive (>0°) informe d'un « retard de phase » entre les deux systèmes étudiés. Le changement de vitesse « 60-80 » et « 80-60 » ont été isolé et ont fait l'objet de traitements statistiques appropriés. Une ANOVAs à 2 facteurs a été effectué pour chacune des transitions : niveaux d'expertise (cavaliers experts *vs*



novices) × 10 segments (Tête, épaule, bassin ...). Le seuil de significativité statistique était de  $p < 0,05$  et de  $p < 0,06$  pour une tendance ( $t$ ).

## 2. Résultats

### 2.1. Coordination posturale post-transition ascendante « 60-80 »

#### 2.1.1. Effet du niveau d'expertise

L'analyse statistique montre un effet principal de l'expertise sur la moyenne des PR ( $p < 0,01$ ). La moyenne des PR des cavaliers experts est plus proche de  $0^\circ$  ( $1,3 \pm 7^\circ$ ) que celle des novices ( $6,4 \pm 10^\circ$ ) indiquant que les cavaliers professionnels se synchronisent davantage avec le simulateur lors de la déstabilisation provoquée par la transition ascendante « 60-80 ».

#### 2.1.2. Effet des segments étudiés

L'ANOVA sur les moyennes des PR indique une différence significative entre les segments étudiés ( $p < 0,001$ ) (figure 1). Pour l'ensemble des participants la PR moyenne au niveau de la « Tête » est positive ( $+>0^\circ$ ) signifiant un retard de phase. Au niveau du « Tronc » (du bassin au sommet du rachis (C7)) elle est négative ( $-<0^\circ$ ), indiquant que ces points anatomiques sont en anticipation. Au niveau du « membre supérieur » (de l'épaule au poignet) la PR moyenne est à nouveau positive ( $+>0^\circ$ ) impliquant un retard de phase, tandis qu'au niveau du « membre inférieur » (du genou au talon) elle est davantage en phase, quasiment à  $0^\circ$ .

#### 2.1.3. Effet d'interaction expertise × segment

L'analyse de la PR moyenne montre un effet d'interaction expertise × segment significatif ( $p < 0,01$ ). Ces résultats indiquent que les experts ont une PR moyenne en T10 plus importante que les novices et une PR moyenne au poignet moins importante que les novices. Au niveau du membre inférieur il n'y a pas de différences (figure 1).

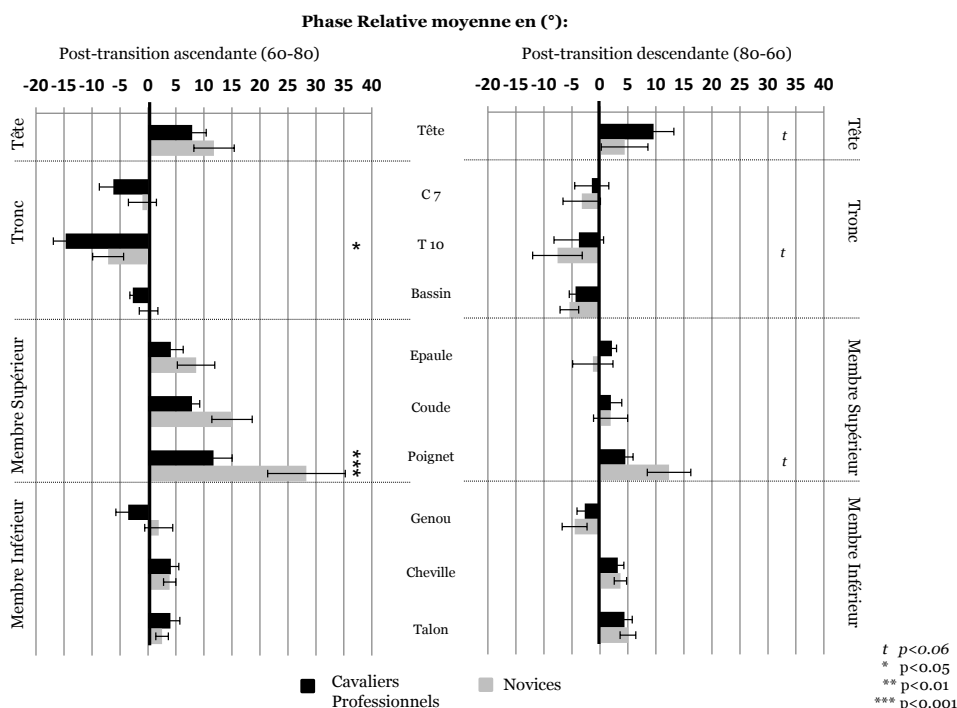


Figure 1 : Moyennes des PR selon les points anatomiques étudiés, l'expertise et la transition étudiée.  
 Figure 1: Means of RP according to studied anatomical points, the level of expertise and variations of gaits.

### 2.2. Coordination posturale post-transition descendante « 80-60 »

#### 2.2.1. Effet du niveau d'expertise :

Les résultats de l'analyse statistique ne montrent pas d'effet principal de l'expertise sur la transition 80-60 ( $ns$ ). La PR moyenne des cavaliers experts ( $1,3 \pm 7^\circ$ ) n'est pas significativement différente des Novices ( $0,5 \pm 10^\circ$ ) lors de la déstabilisation provoquée par la transition descendante.



### 2.2.2. Effet des segments étudiés

De la même manière que pour la transition ascendante, l'ANOVA réalisée sur la transition 80-60 révèle une différence significative entre les segments ( $p < 0,001$ ). (cf. figure 1).

### 2.2.3. Effet d'interaction expertise × segment :

L'analyse fait ressortir une tendance sur l'interaction expertise × segment ( $p = 0,065$ ). Le cavalier expert tend à se différencier du novice au niveau de la Tête, de T10 et du Poignet (cf. figure 1).

## 3. Discussion et conclusion

Les résultats ont montré que la transition ascendante altérerait la capacité des novices à se maintenir en phase par rapport aux cavaliers experts, plus en phase avec les mouvements du simulateur, renforçant l'étude de Lagarde *et al.* (2005). Le comportement des cavaliers experts pourrait s'expliquer par une propension à détecter plus précocement les désorganisations posturales induites par les variations de vitesses du simulateur équestre en vue de maintenir leur équilibre. Ces résultats corroborent le constat de Vuillerme *et al.* (2001) sur la probable prépondérance des informations proprioceptives dans le contrôle de l'équilibre et de l'orientation avec le niveau d'expertise sportive. Ainsi, les cavaliers utiliseraient une stratégie dite en mode « articulée » leur permettant une meilleure coordination avec le cheval (PR proche de 0°), où le rachis du cavalier aurait un rôle important « d'amortisseur » des déstabilisations engendrées par les déplacements du cheval (Lagarde *et al.* 2005). Münz, Eckardt, Witte, en 2014 ont montré que l'inclinaison du bassin vers l'avant chez les cavaliers par rapport aux novices conduirait à un dos redressé et à un déplacement des épaules vers l'arrière. Cette position différente du bassin dans la selle pourrait expliquer les différences de coordinations observées dans nos résultats. Ces études vont aussi dans le sens, sur le plan empirique du phénomène dit « d'auto-grandissement », redressement du rachis des cavaliers experts, permettant d'ajuster l'équilibre cavalier-cheval. Les novices ne sont pas en mesure de réaliser cet auto-grandissement. A l'inverse ils utiliseraient une stratégie posturale dite en « bloc » induisant un amortissement des déstabilisations différent au niveau des extrémités du corps (ex. au niveau du membre supérieur : le poignet). La meilleure coordination de la main observée chez les cavaliers experts avec le simulateur semble être une marque importante de l'expertise pouvant servir de référentiel d'orientation et permettant une communication « main-bouche » plus juste et fine avec le cheval.

Cette étude est originale dans la mesure où la comparaison entre deux transitions n'a jamais été réalisée et apporte des connaissances sur les coordinations posturales des cavaliers selon leur niveau de pratique. Ces résultats pourront concourir à l'élaboration de pédagogie différenciée et à l'innovation dans le matériel équestre.

## Remerciements

Nous tenons à remercier particulièrement le Conseil Scientifique de l'Ifce ainsi que le Fonds Eperon pour le financement de ces travaux de recherche. Nous remercions singulièrement la Maison Familiale et Rurale de Vimoutiers pour le prêt du simulateur. Aussi, nous remercions vivement les cavaliers de la Garde Républicaine et de compétition de leur participation et leur intérêt.

## Références

- Ernst, M.O, Bühlhoff, H.H. 2004. Merging the senses into a robust percept. *Trends in cognitive sciences*, 8, 4, 162-169.
- Lagarde, J., Peham, C., Licka, T., Kelso, J.A.S. 2005. Coordination dynamics of the horse-rider system. *Journal of motor behavior*, 37, 6, 418-424.
- Münz, A., Eckardt, F., Witte, K. 2013. Horse–rider interaction in dressage riding. *Human movement science*, 227-237.
- Olivier, A, Jevvrey, J., Teulier, C., Isableu, B. 2014. Interaction cavalier-cheval : Contribution des informations sensorielles et du niveau d'expertise, communication orale –Actes de la 40ème Journée de la Recherche Équine, 54-63.
- Peham,C., Licka, T., Schobesberger, H., & Meshan, E. 2004. Influence of the rider on the variability of the equine gait, *Human movement science*, 23, 663-671.
- Vuillerme, N., Teasdale, N., Nougier, V. 2001b. The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience letter*, 311, 73-76.