



42^{ème} Journée de la Recherche Équine
Jeudi 17 mars 2016

Contribution des informations visuelles dans les coordinations tête-tronc des cavaliers selon le niveau d'expertise

A. Olivier^{1,2,3,4}, E. Faugloire^{3,4}, S. Biau⁵, L. Lejeune^{3,4}, B. Isableu^{1,2}

¹ CIAMS, Univ. Paris-Sud, Université Paris-Saclay, 91405 Orsay Cedex, France

² CIAMS, Université d'Orléans, 45067, Orléans, France

³ Normandie Université, France

⁴ UNICAEN, CesamS, F-14032, Caen, France

⁵ Institut Français du Cheval et de l'Équitation, 49411 Saumur Cedex, France

olivieragnes1@hotmail.com

Résumé

La vision joue un rôle essentiel dans le contrôle de l'équilibre et de l'orientation posturale et nous permet de prendre diverses informations sur notre environnement extérieur. Le poids accordé aux systèmes sensoriels (visuel, proprioceptif, haptique et auditif) dans la régulation de la posture évoluerait selon le niveau d'expertise vers une prépondérance des informations proprioceptives. L'objectif principal de cette étude visait à évaluer le rôle des informations visuelles statiques et dynamiques dans la régulation de la coordination Tête-Tronc. L'hypothèse est que les cavaliers professionnels moduleraient leur coordination intersegmentaire afin de stabiliser leur tête lors d'augmentation des sources d'incertitudes visuelles. 12 cavaliers professionnels et 13 cavaliers clubs ont été étudiés. Positionnés sur le simulateur équestre Persival, les déplacements de la tête, de la 7^{ème} cervicale ainsi que de la 3^{ème} lombaire des cavaliers ont été enregistrés au galop dans quatre conditions de vision. Les résultats mettent en évidence les modes de coordination Tête-Tronc et attestent de la capacité des experts à moduler leur coordination intersegmentaire selon les situations.

Mots clés : Informations visuelles, coordination Tête-Tronc, cavalier, expertise

Summary

Vision plays an important role in postural balance and to bring various information about our external environment. The contribution of sensory systems (visual, proprioceptive, haptic and auditory) in the control of modes of intersegmental coordination evolves with athletic expertise, such that subjects rely more heavily on proprioceptive information. The main objective of this study is to evaluate the role of static and dynamic visual cues in Head-Trunk coordination. The assumption is that professional riders should deploy more flexible inter-segmental coordination to adapt and preserve head stability to selective or total suppression of visual orientation and movement cues. 12 expert riders and 13 less expert riders were studied. The displacements of the head, cervical and lumbar of the riders positioned on the equestrian simulator Persival were recorded at the pace gallop under four conditions of vision. The results identify different modes of coordination of Head and Trunk according to expertise. Data suggest that expertise, horseback training enhanced the proprioceptive capacity of riders to adapt modes of intersegmental coordination to preserve head stability in altered visual conditions.

Key-words : visual information, head-trunk coordination, horse-rider, expertise



Introduction

La vision joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre et nous permet de prendre diverses informations sur notre environnement extérieur. A cheval, l'équilibre du cavalier est menacé par diverses sources d'incertitudes internes, (liées aux mouvements du cheval, aux coordinations posturales) et externes (liées à l'environnement). Le maintien de l'équilibre du cavalier et la synchronisation spatiale et temporelle avec les mouvements du cheval dépendent de l'intégration optimale des signaux sensoriels (Ernst & Bühlhoff, 2004) transmis par les systèmes visuels, vestibulaire (récepteur de l'oreille interne), proprioceptif (récepteurs musculaires et tendineux) et haptique (récepteurs cutanés). La contribution de ces signaux dans le contrôle postural évoluerait avec le niveau d'expertise en faveur des informations proprioceptives (e.g. Stambolieva *et al.* 2012). Les experts seraient capables de s'affranchir des perturbations visuelles en prenant plus en compte les informations vestibulaires et proprioceptives contrairement aux moins experts. Cette capacité de « régulation sensorielle » lors de situations de déséquilibre dynamique leur permettrait d'adapter leurs coordinations entre les différents segments du corps afin de maintenir un équilibre optimal. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer le rôle des informations visuelles statiques et dynamiques (Amblard *et al.*, 1985) dans le contrôle des coordinations posturales « tête-tronc » chez les cavaliers selon leur niveau d'expertise. Nous émettons l'hypothèse que l'importance accordée aux signaux non-visuels (proprioceptif et vestibulaire) devrait être supérieure chez les cavaliers professionnels. La suppression sélective ou totale des informations visuelles conduirait les cavaliers experts à moduler leur coordination tête-tronc afin d'optimiser leur stabilité et ce plus précisément au niveau de la tête.

1 Matériel et méthode

1.1 Sujets étudiés

Vingt-cinq cavaliers de l'Ecole Nationale d'Equitation (ENE) à Saumur ont été enregistrés. Ils ont été répartis en deux groupes selon leur niveau d'expertise : 12 cavaliers professionnels (2 femmes et 10 hommes) constituent le groupe d'experts, spécialisés dans le saut d'obstacles et cross-country, et, 13 cavaliers clubs (7 femmes et 6 hommes) constituent le groupe de moins experts (niveau "Galop 5"). Leur âge moyen était de 29,85 ans ($\pm 6,07$), leur taille moyenne était de 171,23 cm ($\pm 10,43$), et de leur poids moyen était 64,54 kg ($\pm 9,54$).

1.2 Matériel et procédure expérimentale

Chaque cavalier était assis sur le simulateur Persival, face à un écran de projection. Certains réglages ont été réalisés (longueur des étriers, ajustement du casque protecteur de la tête). Ensuite, le sujet fut équipé de trois capteurs cinématiques. Ces capteurs nous informaient sur la position des points du corps étudiés dans les trois dimensions de l'espace. Trois capteurs ont été positionnés : un au sommet de la tête, sur le casque, au niveau du lobe pariétal, un second sur la 7^{ème} vertèbre cervicale puis un troisième sur la 3^{ème} vertèbre lombaire (figure I). Les mesures sont réalisées au galop (allure des parcours de saut d'obstacles).

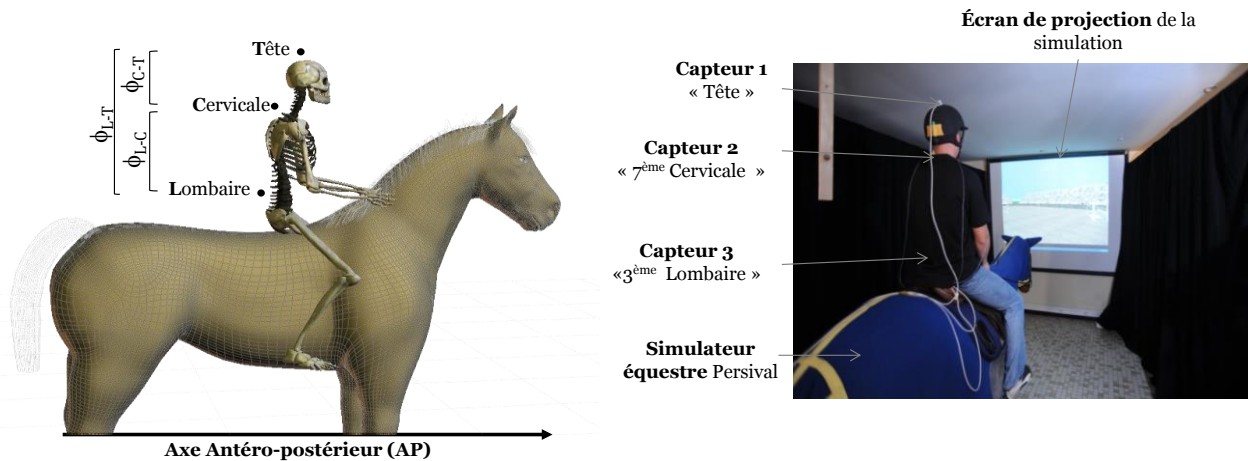
Après une brève période de familiarisation au galop de Persival avec la scène visuelle simulée synchronisée (logiciel 3D SimPiste de simulation de parcours de saut d'obstacles) (figure I), les sujets ont pour consigne de s'imaginer, de se comporter comme dans leur pratique. L'enregistrement des données s'effectue dans quatre conditions de vision différentes :

- Vision Normale (VN). On appelle « VN », la condition visuelle dans laquelle le sujet positionné sur Persival, regarde la simulation à l'allure galop. Le cavalier galope entre des obstacles, comme il le fait habituellement avec sa monture lors des entraînements.
- Vision Stroboscopique (VS). En vision Stroboscopique, le sujet regarde une simulation synchronisée avec Persival lors du parcours au galop entre les obstacles comme en VN, avec en plus la présence d'un strob lumineux à fréquence de 2,8 flashs/s (Amblard *et al.*, 1985). Cette condition en lumière stroboscopique à basse fréquence supprime la vision du mouvement continu, et ainsi l'utilisation des informations visuelles dynamiques pour le contrôle de l'équilibre postural.
- Vision Sans Scène (SS). En Vision Sans Scène, le sujet a les yeux ouverts, sur l'écran blanc de projection devant lui. Cette condition permet d'ôter les informations dynamiques (celles liées au défilement de la scène 3D Simpiste). Le sujet est dans un environnement statique.
- Vision Occultée (VO). En vision occultée, le sujet porte des lunettes de plongée opaques. Cette condition dite de contrôle, sans aucune information visuelle, comparée aux autres, permet d'étudier l'effet de la suppression totale de la vision sur le contrôle postural du cavalier.

Au total, les cavaliers exécutent quatre parcours de 36,5 s. au galop sur Persival dans les quatre conditions visuelles décrites ci-dessus et dans un ordre aléatoire. La comparaison des différentes situations permet de mettre en évidence le rôle des informations visuelles (statiques, dynamiques) dans les coordinations posturales tête-tronc.

Figure I : Dispositif expérimental et représentation des coordinations étudiées

Figure I: experimental set-up and coordination representation



1.3 Analyse des données

Nous avons calculé les phases relatives (ϕ) discrètes (soit la différence entre le temps de la position maximale de deux points du cavalier sur le temps d'un cycle du simulateur) de trois « paires de segments » : entre la 3^{ème} Lombaire et la 7^{ème} Cervicale (ϕ_{L-C}), entre 3^{ème} Lombaire et la Tête (ϕ_{L-T}) ainsi qu'entre la 7^{ème} Cervicale et la Tête (ϕ_{C-T}). Une phase relative moyenne égale à 0° , correspondant à une coordination en phase, indique que les deux segments se déplacent dans le même sens. Une phase relative moyenne de 180° , correspondant à une coordination en mode anti-phase, indique que les deux segments évoluent en directions opposées. Une ANOVA à mesures répétées combinant 2 facteurs a été effectuée sur les moyennes de chaque phase relative étudiée : 2 niveaux d'Expertise (cavaliers professionnels *vs* clubs) \times 4 Visions (VN, VS, SS, VO). Le seuil de significativité statistique était de $p < 0,05$.

2 Résultats et discussion

2.1 Coordination Lombaire-Cervicale (ϕ_{L-C})

L'ANOVA montre un effet significatif de l'expertise au niveau de la coordination Lombaire-Cervicale (L-C) ($p < 0,009$). La phase relative ϕ_{L-C} , définit un mode de coordination en anti-phase ($\pm 180^\circ$) à ce niveau dans les différentes conditions de vision étudiées. Toutefois, l'effet « expertise » se traduit chez les cavaliers professionnels par des déplacements du sommet du tronc (7^{ème} Cervicale) qui anticipent, d'environ 20° en moyenne (figure II), ceux du bas du tronc (3^{ème} Lombaire). Nous relevons chez les cavaliers clubs une coordination strictement en mode anti-phase, soit le résultat d'un comportement mécanique sans anticipation.

2.2 Coordination Lombaire-Tête (ϕ_{L-T})

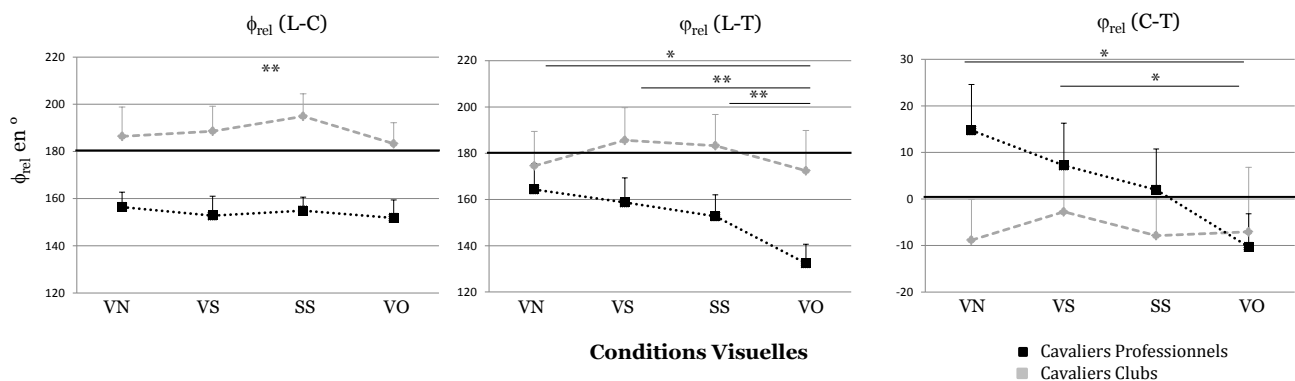
Pour l'ensemble des cavaliers étudiés, le mode de coordination Lombaire-Tête (L-T) est en opposition de phase ($\pm 180^\circ$) (figure II). L'analyse statistique ne montre pas d'effet de l'expertise sur cette coordination L-T ($p = \text{NS}$). En revanche elle révèle un effet des conditions de vision ($p < 0,006$). Plus les conditions de vision se dégradent : de la condition avec la scène (VN), soit dynamique, à la condition vision occultée (VO), soit sans vision, plus la position de la tête anticipe celle de la 3^{ème} Lombaire (figure II). Cet effet serait principalement le fait des cavaliers professionnels.

2.3 Coordination Cervicale-Tête (ϕ_{C-T})

La coordination Cervicale-Tête (ϕ_{C-T}), est en phase pour l'ensemble des cavaliers (figure II). Les résultats de l'ANOVA montrent un effet de la Vision ($p < 0,033$) ainsi qu'un effet d'interaction Vision \times Expertise ($p < 0,03$) significatifs sur la phase relative moyenne ϕ_{C-T} (Tableau 1). L'analyse indique plus précisément que le déplacement de la tête est en retard de phase en condition VN (i.e., elle se déplace après la 7^{ème} cervicale),

puis avance de phase en condition VO chez les cavaliers professionnels. Le cavalier professionnel est capable de moduler la coordination entre ses différents segments comparativement aux cavaliers clubs, qui ne changent pas de coordination intersegmentaire. Les cavaliers experts auraient cette capacité à répondre aux informations visuelles disponibles dans leur environnement visuel afin de maintenir leur tête stable. Lors d'un précédent article (cf article JRE 2012) nous avons démontré que les experts avaient une meilleure stabilité de la tête comparativement aux débutants, quel que soit le type de dégradation des informations visuelles disponibles.

Figure II : Phase relative moyenne en (°) et erreurs standard des coordinations étudiées (ϕ_{L-C} , ϕ_{L-T} , ϕ_{C-T})
Figure II: Mean relative phases (°) in degree and standard error on coordination's studied ϕ_{L-C} , ϕ_{L-T} , ϕ_{C-T} according to each visual condition.



3 Conclusion

La contribution des informations visuelles et non visuelles dans la régulation des coordinations motrices chez les cavaliers en fonction de leur expertise n'avait jusque-là pas encore été étudiée. Les résultats de l'analyse montrent que les cavaliers Professionnels modifient leurs modes de coordinations intersegmentaires en fonction des conditions de suppression sélective ou totale de la vision afin de stabiliser leur tête. Cette modulation des modes de coordination est absente chez les cavaliers non experts et se traduit par une grande instabilité de la tête. Ces résultats nous incitent à penser que les experts auraient développé par l'entraînement une perception plus fine des sources d'incertitudes impactant négativement la performance et une aptitude à s'adapter à la situation (identifier les informations les plus fiables) afin de limiter les perturbations et stabiliser au mieux leur tête (vraisemblablement d'origine vestibulaire, Isableu *et al.*, 2010).

Remerciements

Nous tenons à remercier l'Ecole Nationale d'Equitation (ENE) pour sa collaboration dans cette étude et les cavaliers de l'école pour leur disponibilité. Aussi, nous remercions particulièrement le Conseil Scientifique de l'Ifce ainsi que le Fonds Eperon pour le financement de ces nouvelles analyses.

Références

- Ernst, M.O, Bühlhoff, H.H. 2004. Merging the senses into a robust percept. Trends in cognitive sciences, 8, 4, 162-169.
- Isableu, B., Ohlmann, T., Cremieux, J., Vuillerme, N., Amblard, B, Gresty, M.A. 2010. Individual differences in the ability to identify, select and use appropriate frames of reference for perceptuo-motor control. Neuroscience, 169, 1199-1215.
- Olivier, A., Faugloire, E., Biau, S., Lejeune, L., Isableu, B. 2012. Sensibilité proprioceptive et stabilité de la tête : marqueur d'expertise chez les cavaliers, Actes de la 39^{ème} Journée de la Recherche Équine, session spéciale : sport de haut niveau, 119-127.