

# Dépense énergétique et coordinations posturales de l'Homme sur un cheval mécanique

Par : **Héloïse Baillet<sup>1</sup>, David Leroy<sup>1</sup>, Eric Vérin<sup>2</sup>, Claire Tourny-Chollet<sup>1</sup>, Nicolas Benguigui<sup>3</sup>, Régis Thouwarecq<sup>1</sup>**

1 : Laboratoire CETAPS, EA 3832, UFR STAPS Rouen, boulevard Siegfried, 76821 Mont Saint Aignan Cedex

2 : CRMPR Les Herbiers, 111 rue Herbeuse BP 524, 76235 Bois-Guillaume

3 : Laboratoire CESAMS, EA 4260, UFR STAPS, Côte de nacre 2 Bd du Maréchal Juin 14032 Caen cedex 5

A ce jour, la littérature sur le cheval mécanique ne propose pas de caractérisation des contraintes physiologiques, ni de description des coordinations posturales induites par ce dispositif. Les objectifs de cette étude préliminaire, qui s'intéressera par la suite aux patients atteints de paraplégie traumatique, sont donc de mesurer la dépense énergétique et de quantifier les coordinations posturales à différentes fréquences d'oscillation du cheval chez des sujets sains et de déterminer comment l'expertise (cavaliers et non-cavaliers) modifie ces paramètres.

## Introduction

D'après la Société Française d'Equithérapie (2005), « l'équithérapie est un soin psychique fondé sur la présence du cheval comme médiateur thérapeutique et dispensé à une personne dans ses dimensions psychique et corporelle ». Cette pratique thérapeutique s'est développée après que Liz Hartel, cavalière danoise atteinte de poliomyélite, a gagné la médaille d'argent au concours de dressage lors des Jeux Olympiques d'Helsinki en 1952. A partir de cette date, de nombreuses études furent réalisées dans ce domaine chez des personnes atteintes de déficiences (Biery, 1985 ; Lechner et al., 2003 ; Menezes, Copetti, Wiest, Trevisan, & Silveira, 2013).

Toutefois, la pratique de l'équithérapie n'est pas toujours accessible pour des patients atteints de troubles moteurs. L'utilisation de chevaux mécaniques (figure 1) permet alors de les préparer à passer à de l'équithérapie réelle mais également de pratiquer des exercices moteurs dans un cadre sécurisé. L'origine de cette méthode provient des travaux du kinésithérapeute P. Klavins, dans les années 90. En fait, dans un premier temps, un simulateur fut utilisé, au sein du programme Persival (Jouffroy, 1991) dans un but de performance chez des cavaliers de haut niveau afin d'améliorer leur posture et ce n'est que dans un second temps qu'il a été proposé d'utiliser cette méthode à des fins de rééducation. Afin de garantir la sécurité des utilisateurs, ce cheval mécanique n'oscille que dans un plan antéro-postérieur à des fréquences d'oscillation réglables (de 12,1 à 150 oscillations par minute). Cependant, les effets de cet outil chez des personnes atteintes de handicaps sont peu connus (Herrero et al., 2012). En effet, à ce jour, la littérature scientifique ne propose pas de caractérisation des contraintes physiologiques, ni de description des coordinations posturales induites par ce dispositif.



figure 1 / Photographie du cheval mécanique dans une salle de rééducation au CRMPR Les Herbiers.

Il s'agit donc de la première étape d'un projet de recherche plus étendu qui s'intéressera tout particulièrement à l'utilisation du cheval mécanique chez des patients atteints de paraplégie traumatique. Les objectifs principaux de cette étude préliminaire sont donc de mesurer la dépense énergétique et de quantifier les coordinations posturales à différentes fréquences d'oscillation du cheval mécanique chez des sujets non porteurs de handicap et de déterminer comment le niveau d'expertise modifie ces paramètres.

## Matériel et méthodes

La population était composée de 18 sujets volontaires : 11 non-cavaliers et 7 cavaliers. Les sujets étaient répartis en deux groupes selon leur niveau d'expertise : groupe cavalier (C) et groupe non-cavalier (NC).

L'analyse de la dépense énergétique a été réalisée grâce à un dispositif (système K4b2) permettant l'enregistrement des échanges gazeux respiratoires (Duffield, Dawson, Pinnington, & Wong, 2004). Par ailleurs, les coordinations posturales ont été analysées grâce à un système d'analyse du mouvement (Optitrack) équipé de 10 caméras (100Hz).

Après signature du consentement libre et éclairé, chaque sujet était équipé du système K4b2 ainsi que de 15 mires placées sur différents points anatomiques permettant de caractériser des angles : l'angle du coude, l'angle de la tête et du tronc par rapport à la verticale (figure 2, droite). Une dernière mire était positionnée sur le dos du cheval, afin de mesurer les coordinations posturales des sujets sur le simulateur (Lagarde, Peham, Licka, & Kelso, 2005) (figure 2, gauche).

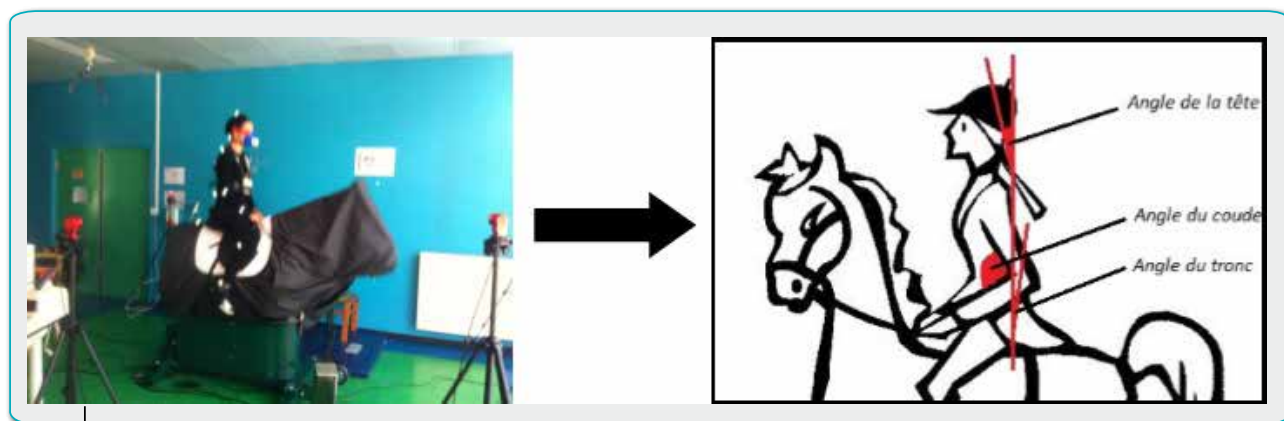


figure 2 / (A gauche) Photographie d'un sujet équipé du système d'analyse des échanges gazeux respiratoires et des différents marqueurs, sur le cheval mécanique. (A droite) Représentation des angles pour analyser la posture du sujet sur le cheval mécanique

Chaque participant devait ensuite réaliser le protocole sur le cheval mécanique à 4 vitesses d'oscillation différentes :

- V0 (57,7 oscillations.min<sup>-1</sup>) pendant 3 minutes,
- V1 (88,2 oscillations.min<sup>-1</sup>) pendant 6 minutes,
- V2 (103,5 oscillations.min<sup>-1</sup>) pendant 6 minutes,
- V3 (150 oscillations.min<sup>-1</sup>) pendant 6 minutes.

Ces vitesses ne retranscrivent pas à l'identique les allures « naturelles » du cheval. Mais selon les commentaires de certains cavaliers, V0 est proche du pas, V1 et V2 du galop et V3 du trot.

Pour permettre l'analyse de la dépense énergétique et plus particulièrement l'impact physiologique demandé par ce dispositif, nous avons recueilli la consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>) ainsi que la

production de dioxyde de carbone ( $VCO_2$ ) lors de l'expérimentation, et calculé le quotient respiratoire (QR) qui est le rapport entre  $VCO_2$  et  $VO_2$ . Lorsque ce dernier est supérieur à 1, cela signifie que le sujet produit plus de dioxyde de carbone qu'il ne consomme d'oxygène, alors le sujet est en anaérobie lactique (processus qui se déclenche lorsque les capacités d'oxygénation de l'organisme sont dépassées par l'intensité de l'effort) durant l'activité. En revanche, si le QR est inférieur à 1, alors le sujet consomme plus d'oxygène qu'il ne produit de dioxyde de carbone et dans ce cas, il est en aérobie (alimentation des muscles en oxygène) durant l'effort.

Concernant les coordinations posturales, l'objectif de cette étude était de savoir si les sujets oscillent en phase (en même temps) avec le simulateur ou au contraire en antiphase (opposition de phase temporelle entre le sujet et le cheval), ou bien encore en décalage de phase avec le cheval (décalage temporel). Plus particulièrement, l'intérêt s'est porté sur l'angle du coude, l'angle de la tête et l'angle du tronc par rapport aux oscillations du cheval mécanique. Nous les avons donc analysés à 3 moments : début, milieu et fin pour chaque vitesse d'oscillation du cheval (39 oscillations pour chaque moment).

## Résultats

Aucune différence significative de dépense énergétique n'a été observée entre le groupe C et le groupe NC. Bien que, à ce jour (le groupe C doit être complété) l'analyse statistique ne montre pas d'effet significatif au niveau du QR, l'analyse descriptive semble tout de même montrer que les sujets NC ont tendance à se trouver en anaérobie lactique lorsque la vitesse d'oscillations augmente (à V3,  $QR=1,07\pm 0,25$ ) alors que les C restent en aérobie (à V3,  $QR=0,97\pm 0,12$ ) (figure 3).

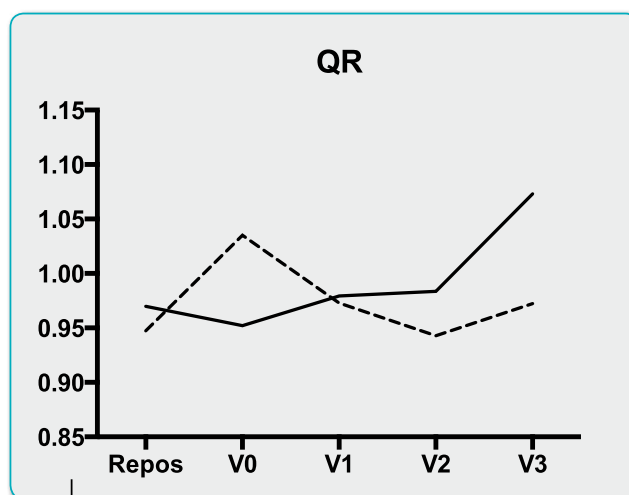


figure 3 / Analyse descriptive du quotient respiratoire à chaque vitesse d'oscillation (groupe NC en trait plein et groupe C en pointillés).

En ce qui concerne la dynamique posturale, des différences significatives en fonction des conditions sont apparues, entre les deux groupes, lorsque la fréquence d'oscillation du cheval mécanique était augmentée (à V3). L'antiphase entre le tronc et le cheval, qui est maintenue chez les cavaliers quelle que soit la fréquence d'oscillation, ne l'est pas pour les non-cavaliers

( $p < 0,005$ ). De plus, chez les sujets cavaliers, on passe plus rapidement vers une coordination en phase (à partir de V2) entre les oscillations de la tête et celles du cheval que chez les sujets non-cavaliers ( $p < 0,005$ ). Enfin, la variabilité dans les coordinations est plus importante chez les non-cavaliers que chez les cavaliers, surtout lorsque la vitesse d'oscillation augmente (exemple du tronc : figure 4).

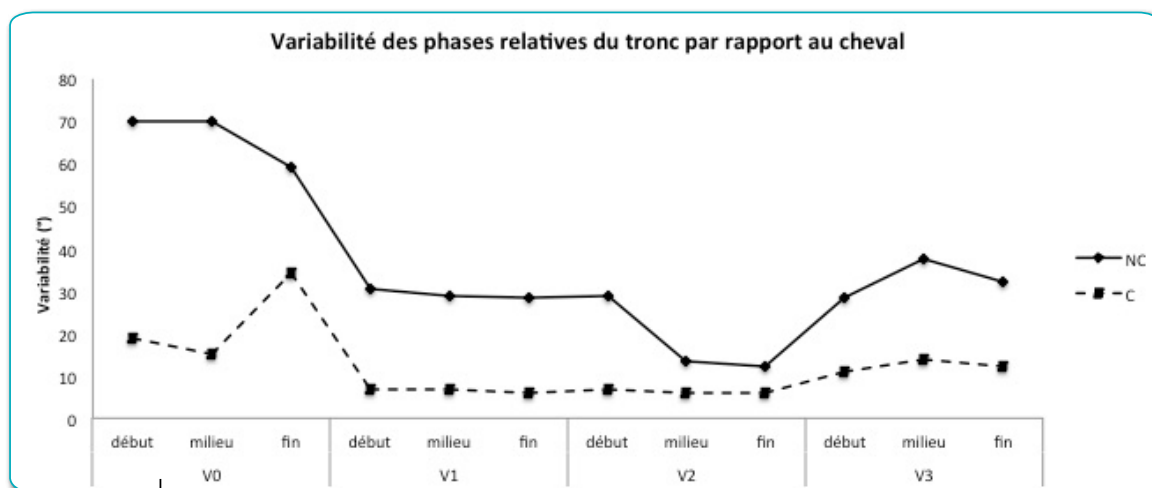


figure 4 / Variabilité dans les coordinations du tronc par rapport au cheval (groupe NC en trait plein et groupe C en pointillés).

## Discussion

Ces premiers résultats montrent que le cheval mécanique est une activité à dominante aérobie chez les sujets cavaliers, en concordance avec l'activité équestre en général (Devienne & Guezennec, 2000). En revanche, chez les sujets non-cavaliers, cette activité dérive vers un effort à dominante anaérobie lactique lorsque la vitesse d'oscillation du cheval augmente. Toutefois, aucune différence significative concernant la dépense énergétique n'est montrée entre le groupe C et NC. Ceci peut être dû à la non-connaissance du cheval (mécanique), comme le montre Devienne & Guezennec (2000).

Concernant les coordinations posturales, les non-cavaliers présentent une désorganisation posturale plus précoce suite à l'augmentation de la fréquence d'oscillation du cheval, comparé aux sujets cavaliers. En effet, chez les sujets cavaliers, le tronc se trouve majoritairement en antiphase avec le cheval, ce qui montre un effet de l'expertise car le cavalier doit « danser » avec son cheval (Ancelet, 2006; Münz, Eckardt, Heipertz-Hengst, Peham, & Witte, 2013); contrairement aux troncs des non-cavaliers qui se décalent par rapport au cheval. De même concernant la tête, les sujets cavaliers ont une tête majoritairement en phase avec le cheval, contrairement aux sujets non-cavaliers, ce qui concorde avec les résultats de l'étude d'Olivier (2012) et montre également un effet de l'expertise. En effet, notre étude informe que l'expertise des sujets cavaliers permet un maintien plus maîtrisé de la phase et de l'antiphase (Lagarde et al., 2005) que chez les non-cavaliers.

## Conclusion

Ces résultats préliminaires semblent donc indiquer que les sujets du groupe C dépensent autant d'énergie que les sujets du groupe NC. Cependant, les valeurs du QR montrent des différences entre les deux groupes : les non-cavaliers se trouvant en anaérobie lactique durant l'épreuve alors que les cavaliers sont en aérobie. De plus, l'expertise joue un rôle important concernant la dynamique posturale ; les sujets du groupe C présentent des variations de postures moindres que celles du groupe NC (Lagarde et al., 2005).

## Références

- Ancelet, C. (2006). Les fondamentaux de l'équitation: galops 1 à 4. Editions Amphora.
- Biery, M. (1985). Riding and the handicapped. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 15(2), 345–354.
- Devienne, & Guezennec. (2000). Energy expenditure of horse riding. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6), 499–503. <http://doi.org/10.1007/s004210000207>
- Duffield, R., Dawson, B., Pinnington, H. C., & Wong, P. (2004). Accuracy and reliability of a Cosmed K4b2 portable gas analysis system. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(1), 11–22. [http://doi.org/10.1016/S1440-2440\(04\)80039-2](http://doi.org/10.1016/S1440-2440(04)80039-2)
- Herrero, P., Gómez-Trullén, E. M., Asensio, Á., García, E., Casas, R., Monserrat, E., & Pandyan, A. (2012). Study of the therapeutic effects of a hippotherapy simulator in children with cerebral palsy: a stratified single-blind randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 26(12), 1105–1113. <http://doi.org/10.1177/0269215512444633>
- Jouffroy, J. (1991). L'analyse et la restitution des sensations par simulation en équitation : programme Persival. *Science & Sports*, 6, 129–131. [http://doi.org/10.1016/S0765-1597\(05\)80120-0](http://doi.org/10.1016/S0765-1597(05)80120-0)
- 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. <http://doi.org/10.3200/JMBR.37.6.418-424>
- Lechner, H. E., Feldhaus, S., Gudmundsen, L., Hegemann, D., Michel, D., Zäch, G. A., & Knecht, H. (2003). The short-term effect of hippotherapy on spasticity in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord*, 41(9), 502–505. <http://doi.org/10.1038/sj.sc.3101492>
- Menezes, K. M., Copetti, F., Wiest, M. J., Trevisan, C. M., & Silveira, A. F. (2013). Effect of hippotherapy on the postural stability of patients with multiple sclerosis: a preliminary study. *Fisioterapia E Pesquisa*, 20(1), 43–49. <http://doi.org/10.1590/S1809-29502013000100008>
- Münz, A., Eckardt, F., Heipertz-Hengst, C., Peham, C., & Witte, K. (2013). A Preliminary Study of an Inertial Sensor-based Method for the Assessment of Human Pelvis Kinematics in Dressage Riding. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33(11), 950–955. <http://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.02.002>
- Olivier, A. (2012, September 26). Contribution des informations visuelles dans le contrôle postural des cavaliers. Retrieved from <http://www.theses.fr/s15811>