

# COMPARAISON DES PUISSANCES MECANIQUES MESUREES PAR TROIS TYPES DE WATTMETRE MOBILE

*Duc Sébastien<sup>1,3</sup>, Bertucci William<sup>1,3</sup>, Grappe Frédéric<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> Laboratoire FEMTO-ST (UMR CNRS <sup>6174</sup>) - Département de Mécanique Appliquée, Université de Franche-Comté, 24 Rue de l'Épitaphe 25000 Besançon, France

<sup>2</sup> Laboratoire d'Analyse des Contraintes Mécaniques - EA 3304 LRC CEA / UFR STAPS, Université de Reims Champagne-Ardenne, Campus Moulin de la Housse (bâtiment 6), 51100 Reims, France

<sup>3</sup> Cellule Performance de la Fédération Française de Cyclisme

## Introduction

De nombreux cyclistes et entraîneurs utilisent de nos jours la puissance mécanique ( $P_m$ ) au lieu de la fréquence cardiaque pour déterminer et contrôler l'intensité des séances d'entraînement. Cette variable peut être estimée à partir d'un modèle mathématique ou mesurée directement avec un wattmètre monté sur le vélo d'un cycliste. Depuis la fin des années 90, plusieurs wattmètres mobiles (par exemple : SRM, POWERTAP, ERGOMO) sont disponibles sur le marché. La puissance mécanique est mesurée à partir de jauges de contraintes, localisées dans le pédalier (SRM) ou dans le moyeu de la roue arrière (POWERTAP), ou à l'aide de capteurs optoélectroniques situés dans l'axe du pédalier (ERGOMO). Le pédalier SRM est considéré actuellement comme le meilleur système pour mesurer de la puissance mécanique d'un cycliste (Lawton EW. et *al.* 1999, Gardner AS. et *al.* 2004). Deux études récentes (Gardner AS. et *al.* 2004, Bertucci W. et *al.* 2005) ont néanmoins démontré que le moyeu POWERTAP est aussi un système de mesure valide et reproductible. En revanche, la validité et la reproductibilité de l'axe ERGOMO n'ont, à notre connaissance, jamais fait l'objet d'une publication scientifique. L'objectif de cette étude préliminaire est de comparer les puissances mécaniques mesurées avec ces trois wattmètres mobiles.

## Méthode

Un cycliste masculin licencié en catégorie régionale à la Fédération Française de Cyclisme a participé volontairement à cette étude (âge : 27 ans, taille : 1,80 m, masse corporelle : 66 kg). Le sujet a réalisé 8 fois la même batterie de tests qui comprenait un test incrémental (palier de 3 min), un test rectangulaire de 30 min et 1 sprint de 7 s (départ arrêté en position assise). Les deux premiers tests ont été réalisés sur un tapis roulant motorisé (Techmachine, Andrézieux-Bouthéon, France, largeur : 1,80 m, longueur : 3,80 m) tandis que les sprints ont été accomplis sur un home-trainer Cateye (Osaka, Japon). La combinaison de 3 pentes (2,4 et 6%), de 2 vitesses (15 et 25 km/h) et de 3 braquets (39/15, 39/19 et 39/21) lors du test incrémental nous a permis d'étudier les plages de la fréquence de pédalage ( $f_p$ ) comprises entre 48 et 122  $\text{trs}\cdot\text{min}^{-1}$ . Lors du test rectangulaire, le tapis roulant était incliné à 2%, la vitesse était fixée à 25 km/h et le braquet utilisé était de 39/16. Le braquet employé lors du sprint était de 53/18. Le vélo du sujet était équipé d'un pédalier SRM (modèle scientifique), d'un axe de pédalier ERGOMO et d'une roue arrière munie d'un moyeu POWERTAP (modèle pro). Chaque système a été calibré avant chaque test selon les recommandations du fabricant. La  $P_m$  et la  $f_p$  ont été enregistrées par chaque wattmètre toutes les secondes.

Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour tester l'effet du type de wattmètre sur la  $P_m$  au cours de chaque palier du test incrémental, lors du test rectangulaire et lors du sprint. Les effets de la  $f_p$  sur la  $P_m$  lors du test incrémental, et du temps sur la  $P_m$  lors du test constant, ont été évalués pour chaque wattmètre à l'aide du test non paramétrique de mesures répétées de Friedman. Pour vérifier la reproductibilité des mesures lors des tests incrémentaux et constants, le coefficient de variation (CV) de la  $P_m$  a été calculé pour chaque wattmètre. Le niveau de significativité a été fixé à  $p < 0,05$  pour tous les tests.

## Résultats

La  $P_m$  moyenne mesurée lors du test incrémental avec l'ERGOMO ( $241 \pm 13$  W) est significativement plus élevée que celles du SRM ( $228 \pm 6$  W) et du POWERTAP ( $217 \pm 6$  W). La  $P_m$  moyenne mesurée lors du test constant de 30 minutes avec l'ERGOMO est supérieure de 4,5% à celle du SRM ( $p < 0,05$ ) et de 13,1% à celle du POWERTAP ( $p < 0,05$ ). Les valeurs maximales de  $P_m$  obtenues lors des sprints ne sont pas significativement différentes entre les 3 wattmètres :  $832 \pm 128$ ,  $819 \pm 48$  et  $805 \pm 39$  W, respectivement. La  $f_p$  n'influence pas la mesure de la  $P_m$  quelque soit le type de wattmètre. Nous n'avons pas observé de dérive en fonction du temps de la  $P_m$  lors du test constant de 30 min.

Condition	2% 15 km/h	2% 25 km/h	6% 15 km/h	4% 25 km/h	6% 25 km/h
SRM	$103 \pm 4$ W	$177 \pm 8$ W	$236 \pm 5$ W	$285 \pm 9$ W	$400 \pm 6$ W
ERGOMO	$106 \pm 9$ W	$183 \pm 15$ W	$257 \pm 9$ W <sup>a</sup>	$299 \pm 16$ W	$421 \pm 14$ W
POWERTAP	$96 \pm 2$ W <sup>bc</sup>	$163 \pm 6$ W <sup>bc</sup>	$227 \pm 3$ W <sup>c</sup>	$270 \pm 9$ W <sup>c</sup>	$388 \pm 6$ W <sup>c</sup>

Comparaison des puissances mécaniques obtenues avec les 3 wattmètres lors du test incrémental.  
<sup>a, b, c</sup> différences significatives respectivement entre SRM et ERGOMO, SRM et POWERTAP et ERGOMO et POWERTAP

Bien que les différences ne soient pas significatives, le CV des mesures de  $P_m$  obtenues avec l'ERGOMO (5,9%) est supérieur à celui du SRM (3,4%) et du POWERTAP (3%).

## Conclusion

Si nous considérons le pédalier SRM comme la référence, nous pouvons alors dire que la  $P_m$  est surestimée de 5% par l'ERGOMO. Cette différence peut être due à la technologie de l'ERGOMO puisque seule la puissance développée par le membre inférieur gauche est mesurée. Les mesures obtenues par ce système sont donc influencées par les asymétries de couple de pédalage qui ne sont pas négligeables chez certains sujets. En revanche, la  $P_m$  est sous-estimée de 6% par le POWERTAP. Cette différence est liée à la part de la puissance mécanique (2 à 4%) qui est dissipée par friction au niveau de la chaîne.

## Références

- Bertucci (W) et al. – Validity and reliability of the Powertap mobile cycling powermeter when compared with the SRM device. *Int J Sports Med*, 2005, vol.26, pp. 868-873.
- Bland (JM) and Altman (DG) – Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1986, vol.1, pp.307-310.
- Gardner (AS) et al. – Accuracy of SRM and Powertap power monitoring systems for bicycling. *Med Sci Sports & Exerc*, 2004, vol.36, n°7, pp.1252-1258.
- Lawton (EW) et al. – Validation of SRM power cranks using dynamic calibration. Fifth IOC World Congress, Oct 31-Nov 5, 1999, Sydney: International Olympic Committee, 1999.

Duc Sébastien<sup>1,3</sup>, Bertucci William<sup>1,3</sup>, Grappe Frédéric<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire FEMTO-ST (UMR CNRS 6174) - Département de Mécanique Appliquée, Université de Franche-Comté, 24 Rue de l'Épitaphe 25000 Besançon, France

<sup>2</sup> Laboratoire d'Analyse des Contraintes Mécaniques - EA 3304 LRC CEA / UFR STAPS, Université de Reims Champagne-Ardenne, Campus Moulin de la Housse (bâtiment 6), 51100 Reims, France

<sup>3</sup> Cellule Performance de la Fédération Française de Cyclisme

Email : [seb-duc@wanadoo.fr](mailto:seb-duc@wanadoo.fr)

## **COMPARAISON DES PUISSANCES MECANIQUES MESUREES PAR TROIS TYPES DE WATTMETRE MOBILE**

### *Résumé*

L'objectif de cette étude est de comparer les mesures de puissance mécanique de 3 wattmètres mobiles (pédalier SRM, axe ERGOMO, moyeu POWERTAP) utilisés couramment en cyclisme. Un cycliste a réalisé sur un tapis roulant 8 fois la même batterie de tests qui comprenait un test à puissance incrémental, un test à puissance constante et un sprint. La puissance mesurée avec l'ERGOMO lors du test incrémental est supérieure à celle du SRM de 5% et à celle du POWERTAP de 12%. Il n'y a pas de différences significatives entre 3 systèmes lors des sprints. Le CV de variation des mesures de l'ERGOMO est deux fois plus élevé que ceux du SRM et du POWERTAP.

*Mots clés* : SRM – Ergomo – Powertap – Puissance – Cyclisme

*Mode de présentation souhaitée* : orale

*Matériel demandé pour la présentation orale* : vidéo projecteur