

Offre de Stage (H/F) :

Evaluation expérimentale d'un amortisseur harmonique conçu pour limiter les vibrations dans la pratique du gravel

La gestion des vibrations dans la pratique du cyclisme, en particulier du gravel, représente un défi depuis de nombreuses années. En effet, bien que les vibrations se propageant au travers du cadre et jusqu'au cycliste transmettent des informations précieuses sur l'interaction entre le cycliste et le sol, leur intensité et la répétition des micro-impacts transmis à travers la fourche sont susceptibles d'entraîner une fatigue musculaire et de compromettre le contrôle du vélo, notamment à haute vitesse. Pour remédier à ce problème, RS-Development a conçu et validé numériquement un système d'amortisseur harmonique (*Tuned Mass Damper*, TMD, Figure 1) destiné à limiter les sollicitations vibratoires et améliorer le confort du cycliste (voir <https://www.rsgravel.com/>).

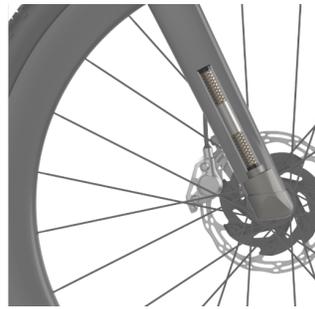


FIGURE 1 – Schéma du système d'amortissement développé par RS-Development.

L'objectif de ce stage est d'évaluer expérimentalement le TMD, en mesurant à la fois les vibrations réellement transmises au corps du cycliste et la perception qu'en a le cycliste. Bien que de nombreuses études aient décrit la manière dont les vibrations sont transmises du cadre du vélo au corps du cycliste, aucune n'a encore établi de lien clair entre l'exposition vibratoire mesurée et l'expérience sensorielle du cycliste. L'originalité de ce projet réside dans l'identification des paramètres mécaniques et environnementaux qui non seulement déterminent la réponse vibratoire du vélo, mais gouvernent également la manière dont ces vibrations sont perçues par le cycliste.

Le projet de stage consistera en une expérimentation en conditions réelles, au cours de laquelle des cyclistes rouleront sur un vélo de gravel selon différentes configurations : sans le TMD, avec le TMD, et avec le TMD positionné différemment sur le cadre. Les données de vibration seront enregistrées à la fois sur le vélo et sur le cycliste à l'aide d'accéléromètres embarqués, tandis que chaque cycliste remplira un questionnaire après chaque essai. Le développement d'un protocole expérimental robuste et répétable constituera la première étape de ce stage. Il sera essentiel de contrôler finement les nombreux facteurs influençant l'exposition et la perception des vibrations, notamment les caractéristiques de la surface [1, 2, 3, 4], la vitesse de roulage [1, 2, 3, 5, 6], le type de vélo [3, 4], le matériau du cadre [1], la pression des pneus [3, 4], la suspension [3, 6, 7], ainsi que la posture et les mouvements

propres au cycliste [8]. Dans un second temps, l'analyse de la base de données collectées permettra d'établir l'influence des différentes conditions expérimentales évaluées à la fois sur le comportement dynamique du vélo, l'exposition aux vibrations du cycliste, mais aussi sur le confort perçu par ce dernier. Un modèle simple permettant de simuler le comportement de l'amortisseur harmonique en fonction de ses propriétés mais aussi de sa position sur le vélo sera finalement développé et confronté aux données expérimentales. Un tel modèle permettra à terme de prédire l'effet d'une configuration de TMD (e.g. masse, raideur, position) sur le confort vibratoire du cycliste.

Informations générales

- **Laboratoires** : (1) Université Sorbonne Paris Nord, Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak ; (2) Junia/ISEN, IEMN UMR CNRS 8520
- **Encadrement** : Delphine Chadeaux (MCF USPN) ; Arthur Paté (EC Junia/ISEN).
- **Collaboration** : Rolf Singenberger, RS Development LLC
- **Compétences attendues** : Etudiant de M2 ; Formation STAPS, Biomécanique, ou ingénierie mécanique avec une formation initiale en vibrations et traitement du signal.
- **Dates du stage** : 6 mois à partir de février 2025.
- **Candidatures** : Envoyer un CV et une lettre de motivations à delphine.chadeaux@univ-paris13.fr et arthur.pate@junia.com avant le 28 novembre 2025.

Références

- [1] Chimentin, X., Crequy, S., Feron, R., Munera, M., Abdi, E., Provot, T., & Taiar, R. (2017). Contribution of Bamboo for Vibratory Comfort in Biomechanics of Cycling. *The Open Mechanical Engineering Journal*. <https://doi.org/10.2174/1874155x01711010044>
- [2] Giubilato, F., & Petrone, N. (2012). A method for evaluating the vibrational response of racing bicycles wheels under road roughness excitation. *Procedia Engineering*, 34, 409-414. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.04.070>
- [3] Olieman, M., Marin-Perianu, R., & Marin-Perianu, M. (2012). Measurement of dynamic comfort in cycling using wireless acceleration sensors. *Procedia Engineering*, 34, 568-573. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.04.097>
- [4] Tarabini, M., Saggini, B., & Scaccabarozzi, D. (2014). Whole-body vibration exposure in sport : four relevant cases. *Ergonomics*, 58(7), 1143-1150. <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.961969>
- [5] Lépine, J., Champoux, Y., & Drouet, J. M. (2013). A Laboratory Excitation Technique to Test Road Bike Vibration Transmission. *Experimental Techniques*, 40(1), 227-234. <https://doi.org/10.1007/s40799-016-0026-8>
- [6] Cane, J. E., & Gomez-Agustina, L. (2019). Determination of urban cycling-induced hand-arm vibration and mitigation. *Conference: Internoise 2019*.
- [7] Drouet, J. (2020). On the Effectiveness of Suspension Stems in Reducing the Vibration Transmitted to a Cyclist's Hands in Road Cycling †. *MDPI*. <https://www.mdpi.com/2504-3900/49/1/20>
- [8] Lépine, J., Champoux, Y., & Drouet, J. M. (2013). Road bike comfort: on the measurement of vibrations induced to cyclist. *Sports Engineering*, 17(2), 113-122. <https://doi.org/10.1007/s12283-013-0145-8>