
Analyse globale de sensibilité d'un indicateur de maniabilité de vélo en fonction de la vitesse

Denis Brizard*¹ and Jules Ronné²

¹Univ Lyon, Univ Gustave Eiffel, Univ Claude Bernard Lyon 1, LBMC UMR_T 9406, F-69622 Lyon, France – Université Gustave Eiffel – France

²Univ Lyon, Univ Gustave Eiffel, Univ Claude Bernard Lyon 1, LBMC UMR_T 9406, F-69622 Lyon, France – Université Gustave Eiffel – France

Résumé

La maniabilité d'un vélo est la facilité et la précision avec laquelle un cycliste peut effectuer une tâche donnée.

Cette qualité est désirable pour un vélo car elle est gage de sécurité, de confort et de performance.

Son étude via des indicateurs numériques est peu abordée dans la littérature alors que ces approches pourraient simplifier les méthodes de conception jusqu'ici très empiriques.

Un nouvel indicateur de maniabilité, le MTC (Minimal Transition Cost) a été proposé dans les travaux de thèse de Jules Ronné.

Cet indicateur considère une transition d'état à réaliser (passage d'un état initial à un état final en un temps donné) et quantifie le coût de contrôle minimal associé aux couples que le cycliste applique sur le vélo.

Le calcul de cet indicateur repose sur le modèle de Carvallo-whipple, un modèle linéaire de vélo rigide à deux degrés de liberté.

Le modèle de Carvallo-Whipple comporte 23 paramètres (dimensions, masses, inerties du vélo).

Afin d'évaluer ce nouvel indicateur de maniabilité, il est nécessaire de savoir quels sont les paramètres du modèle qui influencent l'indicateur de maniabilité MTC.

Cela permettrait, par la suite, de remonter aux paramètres de design du vélo qui influencent cette maniabilité et ainsi concevoir des vélos dont la maniabilité est maîtrisée.

La maniabilité des vélos est fortement dépendante de la vitesse, c'est pourquoi l'étude de maniabilité doit être conduite sur une plage de vitesse et non réalisée pour une unique vitesse de déplacement du vélo.

Bien que le calcul de l'indicateur de maniabilité MTC soit peu coûteux, le balayage en vitesse multiple les appels au modèle.

*Intervenant

Dans un premier temps, afin d'éliminer les paramètres non influents du modèle de Carvallo-Whipple, une analyse de Morris permet de fixer 11 paramètres non influents sur toute la plage de vitesses considérée.

Cela permet, dans un second temps, d'effectuer une analyse quantitative avec les indices de Sobols sur les 13 paramètres restants.

Jusqu'à une vitesse de 8m/s, deux paramètres sont principalement influents (la position x_H du centre de masse de la fourche/guidon et l'empattement w).

Au-delà de 8m/S, ce sont deux autres paramètres qui prennent le dessus (le rayon de la roue avant et son inertie en rotation autour de son axe de rotation propre), alors que l'influence de w et x_H diminue.

La dominance de ces paramètres s'explique par l'importance de l'effet gyroscopiques dans la raideur dynamique de la direction lorsque la vitesse augmente.

Enfin, autour de 1.5m/s, x_H et w perdent en influence localement, pour laisser la place à z_B et x_B (position du centre de masse du cadre).

Les indices de deuxième ordre S2 font apparaître une seule interaction significative entre x_H et w .

La transition considérée modélise une stabilisation du vélo par un retour à la vertical à partir d'une position hors équilibre.

Une perspective de ces travaux est de considérer d'autres transitions de conduite, et de voir si les paramètres influents sur la maniabilité sont les mêmes que pour la première transition.

Mots-Clés: analyse globale de sensibilité, analyse de Morris, indices de Sobol, maniabilité, vélo