

**PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE**

Laboratoire de rattachement	LBMC, Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs UMR_T 9406 Univ Gustave Eiffel-UCB Lyon 1
Titre de la thèse en français	Évaluation des performances des dispositifs de retenue de véhicule – Effet de la variabilité des véhicules et définition d’un impacteur générique
Titre de la thèse en anglais	Effect of the variability of vehicles on the performances of roadside barriers. Study of their replacement by impactors
Disciplines de la thèse	Mécanique
Localisation principale (et secondaire, si besoin, avec temps passés)	LBMC
Ecole doctorale (prévision)	ED162 MEGA
Etablissement d’inscription (prévision)	Université Claude Bernard Lyon 1
Directeur (et codirecteur) prévu(s) avec statut et affiliation	Co-encadrants : Michel Massenzio ( <a href="mailto:michel.massenzio@univ-lyon1.fr">michel.massenzio@univ-lyon1.fr</a> ) Denis Brizard ( <a href="mailto:denis.brizard@univ-eiffel.fr">denis.brizard@univ-eiffel.fr</a> )
Financement prévu	Contrat doctoral ministériel
Employeur du doctorant	Université Lyon 1
Commentaires	Candidature à finaliser avant le 23 avril 2021 Audition le 19 mai 2021 Début de thèse en septembre 2021

**Contexte et objectifs**

Les performances des dispositifs de retenue de véhicule sont évaluées par des essais de choc normalisés [1]. La norme qui décrit ces essais spécifie les caractéristiques principales (masse, dimensions, centre de gravité...) des véhicules utilisés pour ces essais de choc sans en préciser le modèle. Les véhicules employés pour l'évaluation des performances du dispositif vont du véhicule léger de 900kg au camion articulé de 38T. Les conditions d'impact (vitesse et angle par rapport au dispositif) sont également définies en fonction du type d'essai. Véhicule et conditions d'impact dépendent du niveau de retenue visé pour le dispositif.

Les simulations numériques sont de plus en plus utilisées dans le cadre de ces essais, soit en amont des essais (aide à la décision) soit pour la certification de certaines modifications. Dans ce cadre, des règles de validation des modèles numériques de véhicules ont été établies [2].

Depuis une dizaine d'années le LBMC mène des travaux de recherche sur les dispositifs de retenue de route afin d'améliorer la sécurité des usagers de la route (3 thèses soutenues [3,4,5] et 1 en cours). Ces travaux ont montré que les nombreuses sources d'incertitudes, soit liées aux dispositifs (matériaux, dimensions...), soit liées aux conditions d'impact (vitesse, angle d'incidence...) peuvent avoir une forte influence sur l'évaluation du dispositif. Une démarche associant essais normatifs sur piste, modélisation numérique et analyse de sensibilité a été développée.

Il s'agit dans ce travail de thèse d'évaluer l'effet de la variabilité des véhicules utilisés pour les essais normatifs et de proposer un impacteur «générique» qui pourrait se substituer aux véhicules pour les essais sur piste.

**Démarche**

Dans un premier temps, il s'agira de construire un modèle numérique de véhicule paramétré incluant les dimensions principales définies dans la norme ainsi que les éléments pouvant jouer sur l'interaction véhicule/structure (pare-chocs, géométrie de l'aile, porte-à-faux avant...) et ayant une influence sur les performances du dispositif.

Une analyse globale de sensibilité permettra de déterminer les paramètres du véhicule les plus influents sur les performances du dispositif de retenue. Dans un contexte de simulations numériques coûteuse, il sera nécessaire de mettre en oeuvre des méthodes d'analyse de sensibilité parcimonieuses, c'est-à-dire reposant sur un faible nombre de simulation [3].

A la suite de cette première phase, il s'agira de définir un impacteur de référence (à l'instar des mannequins de choc), qui pourrait être commun à tous les laboratoires réalisant les cash-tests et levant ainsi une partie importante de la variabilité de ces essais sur piste. La version numérique de l'impacteur, paramétrable afin de simuler différents types de véhicule, serait alors disponible pour les simulations.

### **Profil recherché**

- Ingénieur ou Master de Mécanique
- Bon niveau théorique en élasticité, mécanique des milieux continus, résistance des matériaux, méthodes numériques et physique des chocs.
- Expérience sur un logiciel de calcul par éléments finis (si possible explicite, idéalement LS-DYNA).
- Force de proposition, autonome et organisé.

### **Références**

[1] NF EN 1317-2. Dispositifs de retenue routiers - Partie 2 : classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai pour les barrières de sécurité. Septembre 2010

[2] EN 16303:2020. Road restraint systems. Validation and verification process for the use of virtual testing in crash testing against vehicle restraint system

[3] Gengjian QIAN. Sensitivity and robustness in industrial engineering – methodologies and applications to crash tests. 5 avril 2017

[4] Vidjannagni KODJO. Evaluation et modélisation de dispositifs de retenue de route pour motards. 2 septembre 2016

[5] Clément GOUBEL. Modélisation d'essais de choc sur dispositifs de retenue de véhicules – Application aux dispositifs mixtes acier-bois. 13 Janvier 2012

### **Mots-clés**

Dispositif de retenue de route, véhicule, crash-test, simulation numérique, analyse globale de sensibilité

### **Context and objectives**

The performance of vehicle restraint systems is evaluated by standardized crash tests [1]. The standard which describes these tests specifies the main characteristics (mass, dimensions, center of gravity...) of the vehicles used for these impact tests without specifying the model. The vehicles used to evaluate the performance of the device range from the 900kg light vehicle to the 38T articulated truck. The impact conditions (speed and angle in relation to the device) are also defined according to the type of test. Vehicle and impact conditions depend on the level of restraint targeted for the device.

Numerical simulations are increasingly used in these tests, either upstream of the tests (decision support) or for the certification of certain modifications. Within this framework, validation rules for numerical models of vehicles have been established [2].

For about ten years, the LBMC has been conducting research on road restraint systems in order to improve the safety of road users (3 theses defended [3,4,5] and 1 in progress). This work has shown that the numerous sources of

uncertainty, either related to the devices (materials, dimensions...), or related to the impact conditions (speed, angle of incidence...) can have a strong influence on the evaluation of the device. An approach combining normative tests on track, numerical modelling and sensitivity analysis has been developed.

The aim of this thesis work is to evaluate the effect of the variability of the vehicles used for the normative tests and to propose a "generic" impactor that could replace the vehicles for the track tests.

## **Approach**

Initially, it will be a question of building a numerical model of a parameterized vehicle including the main dimensions defined in the standard as well as the elements that can play on the vehicle/structure interaction (bumper, fender geometry, front overhang...) and that have an influence on the performance of the device.

A global sensitivity analysis will determine the vehicle parameters that have the greatest influence on the performance of the restraint system. In a context of expensive numerical simulations, it will be necessary to implement parsimonious sensitivity analysis methods, i.e. based on a small number of simulations [3].

Following this first phase, it will be necessary to define a reference impactor (like the crash dummies), which could be common to all laboratories performing the crash tests and thus removing an important part of the variability of these tests on the track. The numerical version of the impactor, which could be parameterized to simulate different types of vehicles, would then be available for simulations.

## **Profile**

- Engineer or Master of Mechanics
- Good theoretical level in elasticity, mechanics of continuous media, resistance of materials, numerical methods and shock physics.
- Experience on a finite element calculation software (if possible explicit, ideally LS-DYNA).
- Ability to make proposals, autonomous and organized.

## **References**

- [1] NF EN 1317-2. Dispositifs de retenue routiers - Partie 2 : classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai pour les barrières de sécurité. Septembre 2010
- [2] EN 16303:2020. Road restraint systems. Validation and verification process for the use of virtual testing in crash testing against vehicle restraint system
- [3] Gengjian QIAN. Sensitivity and robustness in industrial engineering – methodologies and applications to crash tests. 5 avril 2017
- [4] Vidjannagni KODJO. Evaluation et modélisation de dispositifs de retenue de route pour motards. 2 septembre 2016
- [5] Clément GOUBEL. Modélisation d'essais de choc sur dispositifs de retenue de véhicules – Application aux dispositifs mixtes acier-bois. 13 Janvier 2012

## **Keywords**

Road restraint system, vehicle, variability, crash test, numerical simulations, global sensitivity analysis