

**PROPOSITION DE SUJET de THESE MECANIQUE
2018/2019**

Département / Laboratoire de rattachement	Laboratoire de Biomécanique et de Mécanique des Chocs – LBMC UMR_T 9406 www.lbmc.ifsttar.fr Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRD), UMR CNRS 6027 http://irdl.fr
Encadrants	Noëlie Di Cesare (Université Bretagne Sud) noelie.di-cesare@univ-ubs.fr Sylvie Ronel (Université Lyon 1) sylvie.ronel@univ-lyon1.fr
Titre du Sujet de Master	Développement structures innovantes destinées à absorber et dissiper l'énergie d'un choc – Application à la sécurité routière. <i>Innovative structure design for impact energy absorption and dissipation – Road safety domain.</i>
Spécialité(s) du sujet	Mécanique <i>Mechanical Engineering</i>
Localisation	LBMC – IUT Site Gratte-Ciel – Equipe Structures

Version française**Contexte**

La sécurité routière est une des préoccupations majeures des pays européens, la France ayant une place prépondérante sur ce sujet.

Si un fort accent est mis sur la prévention des accidents de la route, le chiffre de la mortalité routière varie peu et reste élevé depuis plusieurs années (autour de 3500 morts / an).

La problématique d'absorption de l'énergie lors des chocs mérite encore d'être approfondie pour réduire l'impact des accidents sur les usagers de la route, en particulier lors de chocs sur obstacles rigides (pile de pont, arbres ...). Trop souvent, aucune protection au niveau de l'obstacle n'est prévue faute d'espace suffisant entre la voirie et l'obstacle au regard des technologies actuelles des atténuateurs de chocs. A l'heure où les procédés de fabrication s'ouvrent vers de larges perspectives, une approche innovante de la question d'« absorption d'énergie » est donc à explorer.

Etat de l'art

Les connaissances technologiques que nous avons à ce jour sont les atténuateurs de chocs commercialisés par les sociétés d'infrastructures de route. Ils sont placés généralement soit dans des gares de péages soit dans des bifurcations de voies (où l'espace sur la chaussée est suffisant) SOLOSAR, Atténuateurs de choc <http://www.solosar.fr/fr/solosteel/categories/attenuateur-chocs>
AXIMUM, Atténuateurs de chocs http://www.cotita.fr/IMG/pdf/20_doc_DR_AXIMUM.pdf

Revue de publications

Ces travaux pourront donner lieu à des publications dans des revues liées à la sécurité routière (CEREMA, DSR....) pour les aspects applications industrielles mais également, pour les aspects scientifiques, dans des journaux internationaux à comité de lecture tels que l'International journal of Impact Engineering ou l'International Journal of Thin-Walled Structures.

Sujet de thèse :

L'objectif de ce projet de recherche est de développer des structures à la fois capables d'absorber des chocs dynamiques à grande vitesse, mais également compactes, pour répondre à un besoin de protection des usagers de la route dans des zones où l'espace entre obstacle et voirie est réduit.

Démarche :

1> Une étude bibliographique approfondie sera menée sur les trois domaines de compétence au cœur de cette étude : i) l'absorption de l'énergie des chocs dans le contexte de l'accidentologie routière et la déformation de structures impactées en dynamique rapide, ii) les algorithmes d'optimisation paramétrique et/ou topologique à employer, iii) les outils numériques permettant la modélisation de tels systèmes mécaniques (langages de programmation, calculateur éléments finis).

2> Une recherche d'architecture optimale de structures super-absorbantes capables de dissiper une énergie cinétique en se déformant globalement, sera alors menée. Cette étape mettra en œuvre l'ensemble des connaissances acquises au cours de la première phase : développement d'un modèle numérique paramétré par éléments finis de la structure à optimiser, définir la fonction mathématique « objectif », utilisation d'algorithmes intelligents d'optimisation, analyse des résultats.

3> La réalisation de prototypes sera l'étape finale de cette thèse pour boucler avec les processus d'optimisation et ainsi aboutir à la validation du concept.

Encadrement :

L'équipe « Mécanique et Comportement au choc de Structures » du LBMC travaille en dynamique des structures (Mme Ronel) et l'IRDL a de fortes compétences en optimisation de structures (Mme Di Cesare). L'association de ces deux champs de compétences permettra un encadrement construit de ce sujet transversal.

Disciplines abordées au cours de la thèse :

Chocs de structures, Mécanique du solide déformable.

Profil du candidat :

Le candidat devra avoir des connaissances solides en dynamique des structures, en modélisations numériques éléments finis et en programmation (Matlab, Python, Octave). Une première expérience en optimisation serait appréciable.

Mots-clefs :

Atténuateur de choc, impact de structures, absorption d'énergie, optimisation de structures, mécanique numérique, éléments finis.

English version

Context

Road safety is a major concern of European countries; France takes a prior place on this subject. Even if the emphasis is put on accident prevention, drivers mortality doesn't decrease and stands in France at the high level of more than 3500 deaths a year.

Impact energy absorption problem still needs to be deepened in order to increase road safety, especially on rigid road obstacles (bridges, trees ...). Too often, the lack of space between the obstacle and the road doesn't enable any protection on this area using current crash cushions. Perspectives of new manufacturing technologies offer new ways where energy absorption might find innovative solutions.

State of the art

Technological knowledge we have about crash cushions are the one commercialized by road equipment companies. They are disposed usually at toll booths or road junctions (where space on roadway is sufficient)

SOLOSAR. Crash cushions <http://www.solosar.fr/fr/solosteel/categories/attenuateur-chocs>

AXIMUM, Crash cushions http://www.cotita.fr/IMG/pdf/20_doc_DR_AXIMUM.pdf

Publications journals

This work could be published in national journals about road safety linked to the CEREMA or the DSR for their industrial aspects and, for their scientific ones, in international journals as the International Journal of Impact Engineering or the International Journal of Thin-Walled Structures.

PhD topic

The aim of this project is to design new structures able to absorb high speed impacts and to be set up in area where obstacle and road are too close to each other.

Research approach

- 1> A bibliography study will be carried out on the three domains core of this research: i) impact energy absorption in road safety context and deformation of impacted structures in high dynamic, ii) parametrical and/or topological optimization algorithms, iii) numerical tools for these types of mechanical problems (computational languages, finite elements....)
- 2> A research of an optimal architecture of high absorbing structures able to globally dissipate the kinetic energy will be carried out, gathering and using all knowledge from the previous bibliography study: the design of a parametrical numerical model of the structure using finite elements methodology, definition of an objective function, using of an optimization smart algorithm, result analysis.
- 3> Prototypes manufacturing will be the final step of this PhD to loop with the optimization process and to lead to the concept validation.

Management

The LBMC expertise in impact energy absorption (Mrs Ronel) and the IRDL high skill in structure optimization (Mrs Di Cesare) will widely cover all competences expected for a high management of the PhD student .

Topics studied during the PhD

Structures Impact, Mechanics of deformable solides

Candidate profile

The candidate will have a well-established knowledge of structural dynamics, finite elements computational mechanics and computer programming (Matlab, Python, Octave). A first experience in optimization will be appreciated.

Keywords :

Crash cushions, structures impact, energy absorption, structures optimization, computational mechanics, finite elements