



FOLIO ADMINISTRATIF

THESE DE L'UNIVERSITE DE LYON OPEREE AU SEIN DE L'INSA LYON

NOM : CHAPELAT

DATE de SOUTENANCE : 16/12/2022

(avec précision du nom de jeune fille, le cas échéant)

Prénoms : Julien, Antoine, Paul

TITRE : Optimisation de forme multi-critère d'une structure non-linéaire complexe

NATURE : Doctorat

Numéro d'ordre : 2022ISAL0118

Ecole doctorale : MEGA (Mécanique, Energétique, Génie Civil, Acoustique)

Spécialité : Génie Mécanique

RESUME : Les pneumatiques sans air sont des structures complexes dont le comportement fait intervenir différentes physiques. Afin de proposer une conception performante, la géométrie d'un pneumatique sans air et les matériaux qui composent une telle structure font l'objet de choix de recherche rigoureux. Différentes innovations ont marqué l'histoire du pneumatique, et ce à différentes échelles : de l'échelle microscopique concernant l'adhérence et la réponse thermique de la bande de roulement à une échelle macroscopique concernant la réponse vibratoire et mécanique de la structure. A cette dernière macro-échelle, les concepteurs ont particulièrement étudié la réponse élastique du pneumatique sans air pour guider au mieux le véhicule le long de sa trajectoire. Différents outils de conception existent afin d'obtenir le meilleur compromis de performances, et en particulier, des stratégies d'optimisation de forme.

Dans notre cas particulier, nous développons l'optimisation de forme dite géométrique dans le contexte de l'élasticité. Nous proposons une méthode de gradient afin de minimiser des critères de performance. Cependant, différents aspects peuvent faire rendre l'optimisation difficile comme par exemple des non linéarités. Nous développons la complexité liée à la condition de contact entre le pneumatique sans air et le sol. En effet, cette condition introduit une non linéarité dans le problème mécanique. Le contact est approximé par la méthode de Nitsche, méthode consistante et qui ne nécessite pas l'ajout de multiplicateurs de Lagrange. Ainsi, nous étudions l'optimisation de forme géométrique à travers une formulation du problème élastique utilisant la méthode de Nitsche. La condition de contact introduit également une non différentiabilité au sens classique dans le problème d'optimisation. Une notion plus faible de la différentiabilité permet d'assurer la formulation de dérivées de forme des critères d'optimisation, et ainsi d'assurer le bon fonctionnement de la méthode de gradient. Par ailleurs, le pneumatique sans air est largement sollicité en grandes déformations, ce qui introduit de nouvelles non linéarités. Ainsi la stratégie d'optimisation de forme est présentée d'abord dans le cadre de l'élasticité linéaire afin de présenter les outils mis en place et d'analyser la sensibilité de forme permettant d'assurer l'existence de dérivées de forme. Ensuite l'étude de forme est étendue aux grandes déformations pour traiter des applications plus réalistes.

MOTS-CLÉS : optimisation de forme, contact unilatéral, méthode de Nitsche, level set, hyperélasticité, domaines fictifs

Laboratoire de recherche : LaMCoS, INSA Lyon, Université de Lyon

Directeur de thèse: Yves RENARD, Elie BRETIN

Président de jury :

Composition du jury : Nicolas MOËS, François JOUVE, Vanessa LLERAS, Eric BONNETIER, Yves RENARD, Elie BRETIN, Thomas HOMOLLE, Charlie DOUANLA-L.