



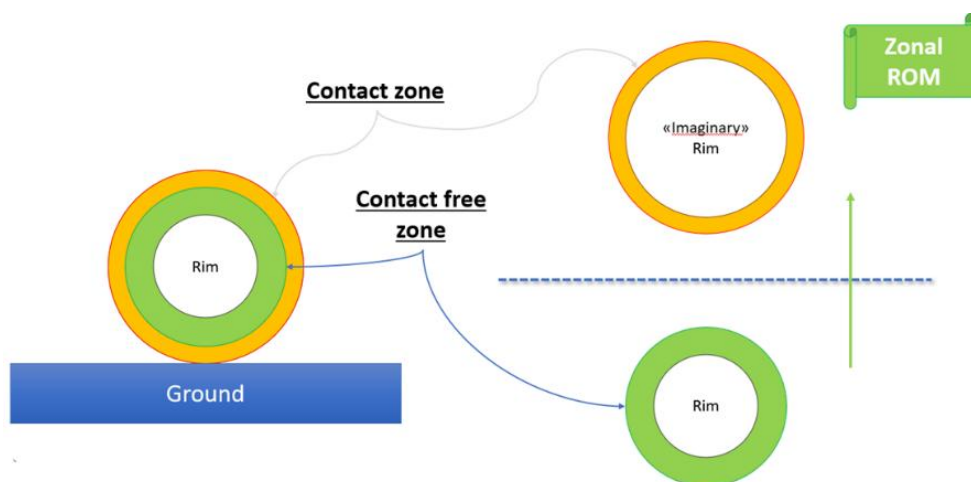
Sujet SEME : Hybridation de modèle pour le roulage d'un pneumatique

Contexte :

Dans un contexte industriel en constante évolution, MICHELIN – acteur majeur du secteur de la mobilité – s'engage résolument dans une démarche d'innovation pour concevoir les produits de la mobilité de demain. Ces développements visent à améliorer les performances globales de nos pneumatiques (durabilité, sécurité, confort, consommation énergétique), tout en répondant à des exigences croissantes en matière de développement durable.

L'un des enjeux actuels les plus importants concerne la réduction des temps de développement produit et de l'empreinte environnementale que représente les campagnes de simulation et mesures. Un axe pour atteindre cet objectif est l'accélération des temps de simulations sans sacrifier la précision. En effet, certaines simulations (notamment celle de roulage) sont gourmandes en temps de calcul. Les accélérer permettraient d'explorer plus de solutions dans un même laps de temps ou d'atteindre plus rapidement une conception optimale.

Dans cette optique, une simulation hybride mêlant un modèle physique discrétisé par la méthode des éléments finis avec des modèles machine learning [1] est une voie prometteuse. L'idée est de découper le domaine de calcul (ici un tore) en deux zones (une zone par type de modèles) qui doivent communiquer pour assurer un résultat cohérent :





Proposition de sujet :

Pour ce projet, on se concentrera sur des simulations 2D utilisant l'approche hybride décrite ci-dessus. Les grandeurs d'intérêts à considérer seront le déplacement, la longueur d'aire de contact et la charge résultante (les simulations seront faites à déplacement imposé).

Etapes du projet :

- Comprendre le code fourni et s'en servir pour générer une base de données pour une géométrie pneu donnée. Les paramètres à faire varier sont : les conditions aux limites (vitesse de roulage et déplacement du centre roue) et éventuellement les paramètres matériaux.
- A partir de cette base, apprendre un premier modèle pour la zone en contact et l'intégrer à la simulation pour proposer un roulage hybride dans lequel le modèle appris représentera le comportement de la zone de contact et le modèle physique basé sur la discrétisation éléments finis représentera le reste du pneumatique.
- Valider le bon fonctionnement de la simulation hybride sur les grandeurs d'intérêts.
- Etendre la méthode à des variabilités géométriques (notamment celle de la bande de roulement) : c'est-à-dire proposer un modèle appris capable de fournir une prédiction du comportement dans la zone de contact pour différentes géométries de bandes de roulement.

Références :

1. Bergmann, M., Ferrero, A., Iollo, A., Lombardi, E., Scardigli, A., & Telib, H. (2018). A zonal Galerkin-free POD model for incompressible flows. *Journal of Computational Physics*, 352, 301-325.
2. Danan, D., Meunier, R., Dairay, T., Homolle, T., & Yagoubi, M. (2025). Application of zonal Reduced-Order-Modeling to tire rolling simulation. *Finite Elements in Analysis and Design*, 246, 104330.
3. Pulikkathodi, A., Chamoin, L., Lacazedieu, E., Ramirez, J. P. B., Rota, L., & Zarroug, M. (2025). Nonintrusive Local/Global Coupling With Local Deep Learning-Based Models for the Effective Simulation of Spotwelded Structures Under Impact. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 126(14), e70086.