

**Titre :** Développement d'un outil numérique pour la définition des conditions de circulation d'un matériel roulant sur la voie ferrée d'un point de vue de la fatigue du rail

**Mots clés :** Modèle éléments finis de la voie, Règles DEMAUX, Fatigue, Conditions de circulation

**Résumé :** Dans le cadre de l'interopérabilité ferroviaire, de nouveaux trains sont amenés à circuler sur le réseau ferré national et peuvent présenter des architectures très différentes des trains déjà admis à circuler. Il est alors essentiel de compléter l'approche actuelle d'admission des matériels roulants définie dans les référentiels SNCF. De plus, selon le quatrième paquet ferroviaire, les entreprises ferroviaires ont depuis peu la responsabilité de gérer l'admission des matériels roulants sur le réseau. Mais les règles de calcul définies dans le référentiel et qui sont adaptées au besoin SNCF, restent difficilement exploitables par les entreprises ferroviaires. Le référentiel en vigueur est fondé sur les travaux de la commission DEMAUX qui a proposé en 1944 une classification des voies de l'époque selon leurs résistances à la flexion. Il a ensuite intégré le retour d'expérience pour faire face à l'évolution des structures de la voie. Le besoin est de ce fait d'adapter ces règles à de nouveaux matériels roulants et par la même occasion d'optimiser la démarche actuelle. L'outil numérique développé dans cette thèse répond à ces problématiques. Il propose une métho-

dologie efficace qui s'appuie sur la modélisation numérique pour juger rapidement de l'admission d'un matériel roulant quelconque du point de vue de l'état de fatigue dans le rail. Il intègre donc un modèle éléments finis de la voie, un modèle multi-corps du véhicule, un modèle de défauts de géométrie de la voie et un critère de fatigue. L'utilisation industrielle de cet outil requiert des modèles peu coûteux. Ainsi, un modèle de voie du type poutres reposant sur un milieu multi-couches de ressorts/amortisseurs et un modèle de véhicule multi-corps linéaire ont été développés. Concernant le développement en fatigue, le critère de Dang Van a été retenu. Pareillement, un temps de calcul réduit est nécessaire. L'algorithme d'optimisation ADA pour la résolution du problème d'optimisation auquel est ramené le problème de fatigue a de ce fait été implémenté. Après sa validation, l'outil a été confronté au référentiel en vigueur et des résultats conformes ont été retrouvés, soit un non amorçage des fissures dans le rail pour les vitesses et les insuffisances de dévers préconisées par le référentiel.

**Title :** A numerical tool to define rolling stocks admission rules on the railway network from a rail fatigue perspective

**Keywords :** finite element track model, DEMAUX Rules, Fatigue, traffic conditions

**Abstract :** In the context of railway interoperability, new trains are allowed to move on the french railway network and may have different designs from standard trains. Thus, it is important to complete the current approach for rolling stocks admission on the railway network, which is defined in the SNCF technical baselines. Moreover, with the fourth railway package, railway companies have to manage vehicles admission. However, even if computation rules for traffic conditions are suitable for SNCF experts, they are hardly exploitable by railway companies. The current technical baseline is based on DEMAUX rules, established in 1944, which give a classification of railway tracks regarding to flexural resistance. It has evolved with feedbacks to comply with the track structure evolution. The need is thus to adapt the computation rules for traffic conditions to new rolling stocks. Also, an optimization of the current approach is necessary. The numerical tool developed in this work answer these issues. It proposes an efficient methodology based on numerical simulation to evaluate rolling stocks admission from a rail fatigue perspective. It includes a finite element model of the track, a multibody model of the vehicle, track defects and a fatigue criterion. The industrial need for this tool requires lightweight models. Thus, a beam-like structure model for the track and a linear multibody model for the vehicle were developed. Concerning the fatigue development, the Dang Van criterion was selected. The same strategy of reducing the computation time was followed. The ADMM algorithm to solve an optimization min-max problem for the fatigue problem was implemented. After verification, the tool results were compared to the technical baseline results. Similar results were found with no fatigue initiation in the rail.