

Modélisation et Simulation en Dynamique Ferroviaire

Michel Sebès

IFSTTAR – GRETTIA / Dynamique ferroviaire

L'équipe de Dynamique Ferroviaire de l'IFSTTAR a développé depuis de nombreuses années des logiciels de simulation multi-corps dédiés aux transports guidés. Un véhicule y est modélisé par un nombre limité de corps solides représentant la caisse, les châssis,... Ces solides sont reliés entre eux par des liaisons linéaires (suspensions) ou non-linéaires (frottements secs, butées, coussins d'air,...). Une attention particulière est portée à la dynamique de l'essieu qui est au cœur des principaux problèmes traités :

- instabilité à grande vitesse
- risque de déraillement
- fatigue due au contact roulant sur la roue et le rail
- efforts subies par les traverses, ripage de voie

Le problème du contact roue/rail, central dans la dynamique de l'essieu, est résolu par des méthodes simplifiées s'appuyant les théories de Hertz et de Kalker. Moyennant des hypothèses simplificatrices, dans un domaine fréquentiel limité et en se restreignant à une échelle "macro" de la description du contact, les logiciels permettent de simuler en temps réel et donc sur des kilomètres de voie en tenant compte de :

- géométries de voie théoriques ou mesurées incluant des irrégularités de petite longueur d'ondes
- conceptions de véhicule variées
- valeurs d'adhérence roue/rail variables et incertaines
- profils de rail/roue théoriques ou usés
- vitesses variables imposées directement ou via des couples moteurs transmis sur les essieux
- raideurs de voie variable

Les récents travaux de l'équipe de Dynamique ferroviaire ont porté sur des améliorations cherchant à mieux prendre en compte :

- les empreintes de contact non elliptiques
- les profils de rail variables, notamment pour traiter le franchissement des aiguillages
- la plasticité des matériaux de manière très simplifiée
- la dynamique de la voie

Les développements futurs portent sur les points suivants :

- essieu flexible
- contact "en ligne"
- prise en compte des hétérogénéités dans la dynamique de voie
- prise en compte des automatismes de contrôle/commande intervenant dans la traction et le freinage, les suspensions actives, les systèmes pendulaires

Des modèles spécifiques ont été également développés pour étudier des véhicules qui ne soient pas seulement guidés et/ou sustentés par des rails :

- métros sur pneus
- tramway sur pneus