

Diagnostic et évaluation anticipée des risques de rupture d'itinéraire basés sur l'estimation robuste de la dynamique de véhicule

Résumé de la thèse

L'objectif principal de cette recherche est le développement d'une méthodologie innovante pour répondre à la question de l'augmentation de la sécurité routière, par le diagnostic et la surveillance de l'évolution des paramètres de la dynamique du véhicule en interaction avec l'environnement proche et avec d'autres véhicules dans son voisinage.

La connaissance de l'évolution des paramètres de la dynamique du véhicule, tel que les forces d'interaction pneumatique-chaussée, l'angle de dérive, l'adhérence, est essentielle pour l'augmentation de la sécurité routière. Malheureusement, et pour des raisons techniques et/ou économiques, quelques données fondamentales (comme les forces au contact pneu-chaussée – dont le capteur correspondant coût aujourd'hui plus de 120k€ et l'angle de dérive) ne sont pas mesurables dans des véhicules standards (les accélérations linéaires, déplacements angulaires et vitesses sont en revanche disponible). De ce fait, les paramètres de la dynamique de véhicule doivent être observés/estimés en temps-réel par des algorithmes embarqués sur le véhicule (capteurs virtuels). Des études menées depuis quelques années au sein de laboratoire Heudiasyc, dans le cadre des projets nationaux ARCOS/PREDIT, SARI/PREDIT et dans le cadre de DIVA/Région Picardie, débouchent sur des méthodologies innovantes de synthèse d'observateurs, fonctionnant en temps-réel et embarqués sur le véhicule en déplacement, et permettant d'estimer des paramètres de la dynamique du véhicule. Ces observateurs prennent en compte seulement les mesures effectuées par des capteurs proprioceptifs, comme les gyromètres, accéléromètres, codeurs des roues et capteurs de débattement des suspensions, sans considérer la connaissance de l'interaction de véhicule avec son environnement proche.

Dans ce contexte, l'objectif principal de cette thèse, est l'évaluation des indicateurs de risques liés aux paramètres de la dynamique du véhicule. Ces indicateurs sont le LSI (Lateral Skid Indicator) et le LTR (Lateral Load Transfer). Le LSI est basé sur l'estimation du coefficient d'adhérence maximale et du coefficient d'adhérence utilisé, et le LTR est basé sur l'estimation des forces normales.

Dans un premier temps, on a développé une méthode d'estimation du coefficient d'adhérence maximale en se basant sur le modèle de Dugoff qui est un modèle d'interaction pneumatique chaussée nécessitant quelques paramètres tel que les forces d'interaction et l'angle de dérive, et sur une méthode d'optimisation itérative de Levenberg-Marquardt. Cette méthode a été testée et validée en utilisant des données de simulations issues du simulateur de véhicule CALLAS (qui est un simulateur de la dynamique du véhicule, développé par la société OKTAL) et en utilisant des données expérimentales du véhicule expérimental de l'INRETS-MA. Ayant ce coefficient estimé, et les estimations des forces aussi, on a défini un indicateur LSI qui compare l'adhérence maximale à l'adhérence utilisée et génère une indication ou une alerte de danger quand cet indicateur atteint un certain seuil.

Dans la seconde partie, on a développé une méthodologie pour évaluer les indicateurs de risques dans un instant futur. Cette méthodologie est basée sur des méthodes simplistes et sur des hypothèses sur la trajectoire parcourue pour estimer dans un instant futur les différents paramètres de la dynamique du véhicule, tel que l'angle de braquage, l'angle de dérive, les forces d'interaction,

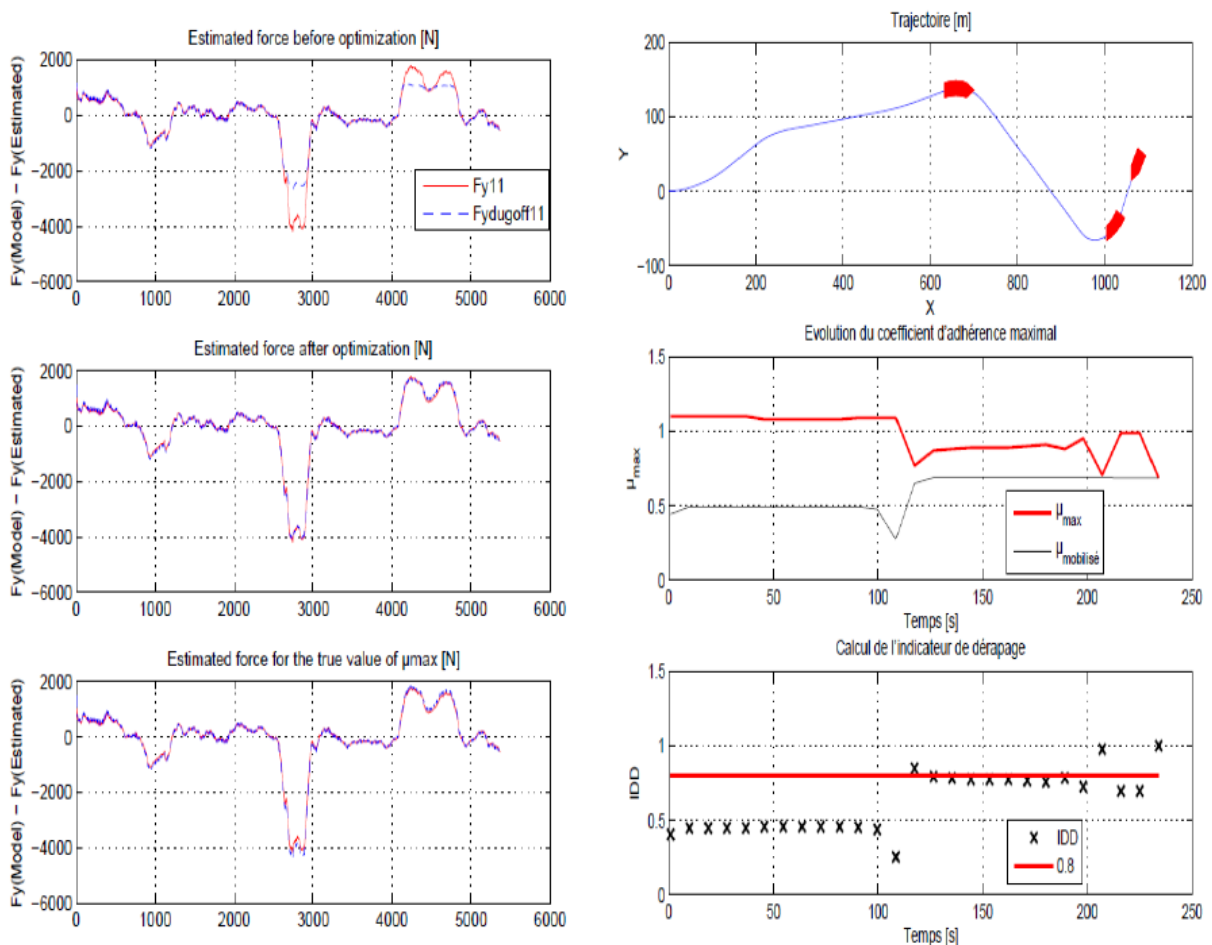
Ayant ces paramètres évalués dans un instant futur, on peut évaluer les indicateurs de risques en se basant sur ces paramètres.

De même, la validation de cette méthodologie est assurée par les données de simulation (CALLAS) et des données expérimentales du véhicule de l'INRETS-MA.

De plus, les méthodologies présentées ci-dessus, seront validées par les données expérimentales du véhicule expérimental du Laboratoire Heudiasyc, pour après être implémentées dans ce véhicule. Ce véhicule, le véhicule expérimental de l'INRETS-MA et le simulateur ScannerII contenant CALLAS sont présentés dans les figures suivantes :

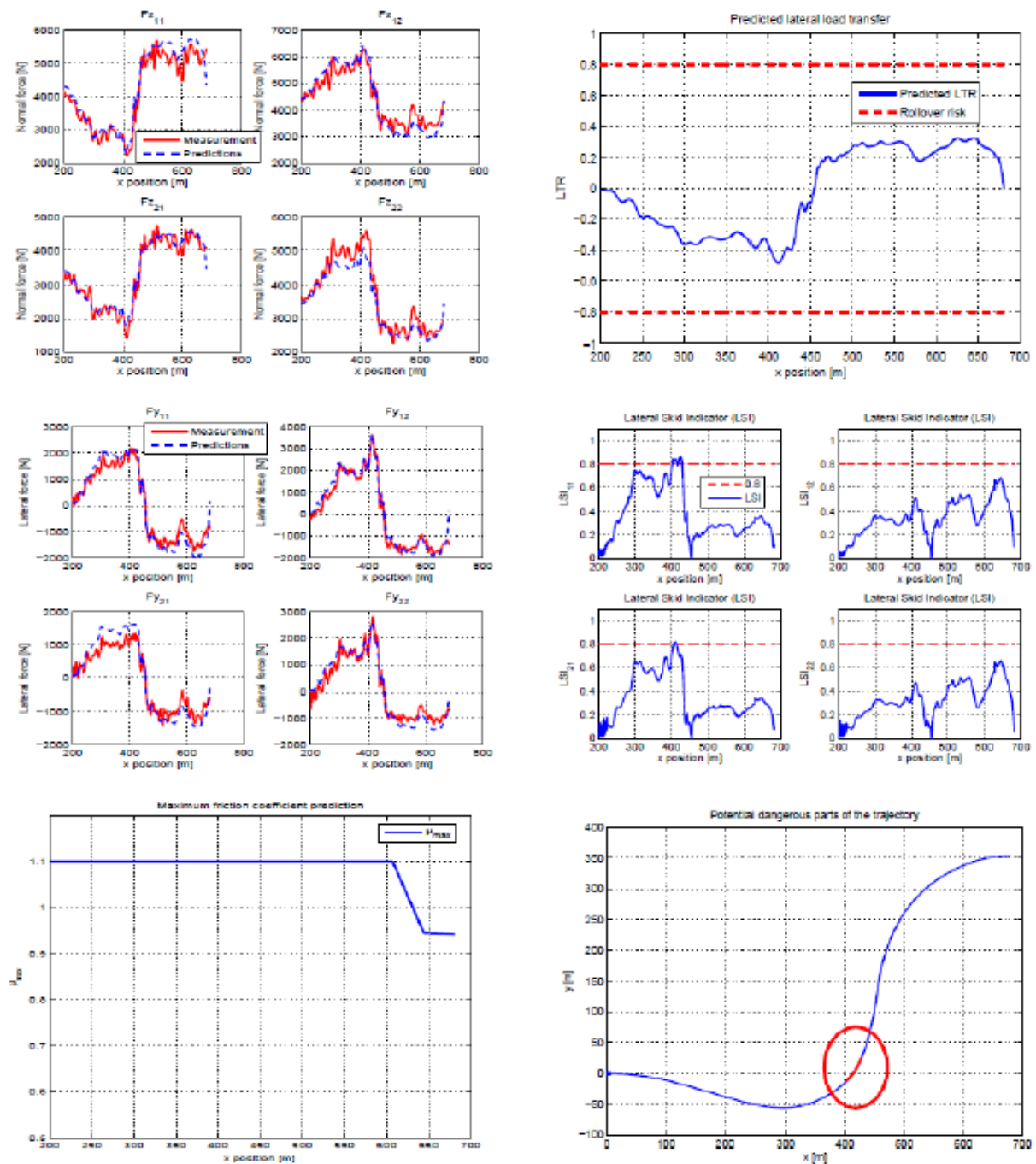


Les figures ci-dessous montrent la validité de la méthode :



La figure à gauche montre la validation de l'optimisation de l'erreur, qui est bien présente dans la figure du milieu avec un pourcentage d'erreur moyenne de 2,25%. La figure de droite présente, en haut, la trajectoire et les parties qui présentent une possible situation de danger (Les parties en rouge), au milieu, l'estimation du coefficient d'adhérence maximal et le calcul de l'adhérence mobilisée (ou utilisée) par le conducteur, en bas, le LSI (le IDD dans la figure) qui est l'indicateur de dérapage dont un seuil est fixé à 0.8. A noter que les parties de la trajectoire qui présentent une situation dangereuse sont ceux qui correspondent à un LSI > ou égal à 0.8, et les résultats sont ceux de la roue avant gauche.

De même pour la partie prédiction du risque de rupture d'itinéraire, les figures ci-dessous représentent la validité de la méthode.



Les 3 figures de gauche présentent la prédiction des forces normales et latérales sur les 4 roues du véhicule ainsi le coefficient d'adhérence évalué dans un temps futur. Les 3 figures de droite montrent les indicateurs de risques tel que le LTR (en haut), le LSI (au milieu) et la trajectoire avec les parties dangereuses entourés par un cercle rouge et sont marqués en rouge sur la courbe. Ces parties correspondent à des valeurs de LTR ou/et LSI supérieurs ou égales à un certain seuil qui est ici le 0.8.