Modélisation du trafic routier

1 Introduction

Depuis les années 1960, l’accroissement de la densité du trafic routier a été un challenge majeur pour les ingénieurs travaillant sur ce domaine. Trois enjeux majeurs se dégage de cette problématique qui sont la sécurité, la santé publique à travers l’émission de polluant et le rejet de gaz à effet de serre. La congestion du trafic est un facteur qui joue sur ces trois enjeux. On appelle congestion la formation de files de véhicules à basse vitesse (moins de 50 km/h). Ce problème cause donc des dégâts financiers de l’ordre des milliards d’euros (121 milliards aux Etats Unis en 2011) mais aussi des dégats à travers les accidents routiers. De nombreux progrès ont été fait pour améliorer la gestion du trafic mais cela reste un sujet de recherche majeur.

Les techniques de modélisation du trafic routier permettent aux gestionnaires des réseaux de transport de mieux exploiter leurs infrastructures et représentent ainsi des outils d’aide à la décision. En effet, les modèles permettent la prédiction de l’état du trafic. En prévenant les congestions et en détectant les incidents et accidents, ils offrent la possibilité de traiter et intervenir dans des délais de temps réduits. Il existe plusieurs types de modèles à différentes échelles qu’il convient de choisir en fonction du phénomène physique que l’on cherche à comprendre. Selon qu’on s’intéresse à l’écoulement global du trafic sur un réseau routier ou à des interactions locales entre quelques véhicules lors d’un changement de direction ou à l’approche d’une intersection, la question de spécification du niveau de détail est primordiale. Il parait naturel de considérer une échelle macroscopique dans la première situation tandis que la seconde requiert une représentation microscopique. Mais ce ne sont pas les seules possibilités, il existe également une autre échelle alternative de modélisation qui consiste à étudier le comportement des véhicules sans pour autant expliciter les interactions individuelles. Il s’agit de modèles mésoscopiques dans lesquels, les véhicules sont regroupés par paquets appelés pelotons et leur dynamique est régie par un modèle macroscopique.

2 Présentation des différents modèles

Les modèles microscopiques décrivent l’évolution individuelle des véhicules. Les modèles microscopiques obéissent à des lois de poursuite car ils décrivent le comportement d’un véhicule en réaction au véhicule qui le précède sur la route. Ce type de modèle offre beaucoup de détails mais nécessitent un calibrage propre du fait des nombreux paramètres individuels. Ils sont composés de deux dynamiques exprimées par : une équation cinématique décrivant l’évolution temporelle du véhicule (correspond à un état libre) et une loi de poursuite (correspond à un état contraint) représentant les interactions entre le véhicule et son prédécesseur.

Les modèles macroscopiques étudient les interactions entre les véhicules de manière globale, en considérant que l’écoulement du trafic sur une voie est similaire à celui d’un fluide dans un tuyau. Ce modèle est donc plus adapté à la description des véhicules sur des réseaux de grandes tailles. La description d’un flot de véhicules se fait principalement à l’aide de trois variables : la vitesse v (km/h ou m/s), la densité (ou concentration) ρ (véhicules/km) et le débit Q (véhicules/h). Ces variables sont reliées entre elle par des lois d’écoulement, bâties sur le même modèle que les lois de mécanique des fluides et dont les bases ont été posé par Lighthill et Whitham (1955)

La modélisation mésoscopique du trafic apparait comme une approche intermédiaire entre les deux précédentes. Ils s’appuient sur une approche inspirée de la théorie cinétique des gaz. Ils permettent de caractériser le comportement du trafic selon des paquets de véhicules.