

Modélisation mathématique du trafic routier

Les embouteillages nous empêchent de nous déplacer librement. Les retards causés par la congestion du trafic influencent négativement la qualité de la vie. En constatant ce phénomène matin et soir, ma curiosité a été déclenchée pour ce sujet. Effectivement, comprendre le trafic routier est l'objectif de mon sujet.

Le problème de la congestion routière s'inscrit bien dans le thème de « La ville ». En effet, le trafic routier constitue un défi à la dynamique urbaine. Le souci majeur de mon Tipe est de pouvoir reproduire sa réalité physique à l'aide d'un modèle.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Mécanique), MATHÉMATIQUES (Analyse), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Modélisation</i>	<i>Modelling</i>
<i>Gestion du trafic routier</i>	<i>Road traffic management</i>
<i>Modèle microscopique</i>	<i>Microscopic model</i>
<i>Intelligent Driver Model (IDM)</i>	<i>Intelligent Driver Model (IDM)</i>
<i>Résolution</i>	<i>Resolution</i>

Bibliographie commentée

Les questions relatives au trafic routier font l'objet de plusieurs études scientifiques depuis de nombreuses années. L'optique de ces études est de pouvoir maîtriser le trafic routier non seulement pour éliminer la congestion du trafic, mais aussi pour prévoir et éviter les accidents de la route en prédisant le type de trafic qui aurait lieu dans un tronçon donné d'une route. Plus un modèle est proche de la réalité du trafic plus son utilisation fournit des résultats crédibles dans la réalité. Relativement à la littérature concernant l'ingénierie du trafic, il existe trois approches pour décrire et évaluer les phénomènes d'un trafic en l'occurrence, macroscopique, microscopique et mésoscopique.

L'approche **macroscopique** consiste à décrire le trafic comme un fluide en mouvement, en faisant appel aux équations de mécanique des fluides. Les modèles de simulation macroscopique, parfois appelés modèles hydrodynamiques, s'appuient sur des variables qui concernent l'ensemble des véhicules considérés. Dans l'approche **microscopique**, le trafic est considéré comme un système de particules (ou véhicules) en interaction dont chacune est gérée par un modèle. À titre d'exemple, les paramètres mis en jeu dans cette approche sont la vitesse, l'inter distance ou la densité de chaque véhicule.

Deux types de modèle microscopique sont considérés : le modèle longitudinal et le modèle latéral.

Le modèle microscopique longitudinal est utilisé pour décrire le mouvement du véhicule seul ou pour représenter son comportement de poursuite d'un autre véhicule. À ce stade, ces modèles se divisent selon deux types : le modèle « conducteur » et le modèle de véhicule automatisé ou semi-automatisé. [Bando et al. 1998] et [Ge et al. 2008] se sont intéressés à la modélisation longitudinale du conducteur, alors que celle du véhicule automatisé a intéressé [Helbing and Tilch, 1998], [Treiber et al. 2004], [Molina, 2005], [Kesting, 2008] et [Rakha and Gao, 2008]. Le modèle latéral est utilisé pour gérer le changement de voie des véhicules dans un trafic à deux ou plusieurs voies. La modélisation **mésoscopique** du trafic apparaît comme une approche intermédiaire entre les deux précédentes. Ici, le trafic est considéré comme un ensemble de groupes de véhicules. [2]

Ce type décrit en détails le modèle correspondant à **la conduite longitudinale microscopique automatisée**. Le modèle *Intelligent Driver Model* (IDM) semble le plus pertinent pour répondre à des critères fixés qui sont la facilité de l'implémentation et la disponibilité et l'intuitivité des paramètres. Par conséquent, le modèle IDM est retenu pour représenter les véhicules automatisés dans un trafic [4,5] .c'est un modèle de simulation du trafic en temps continu. Il fut développé dans les années 2000 par *M. Treiber, A. Kesting et D. Helbing*, des chercheurs allemands qui souhaitaient créer un modèle plus réaliste que les précédents. Ils ont obtenu divers diplômes et doctorats en physique, en Allemagne. Ils sont chargés de la modélisation, la dynamique et l'optimisation du trafic routier. Ces trois chercheurs ont ainsi conçu un modèle simple, sans accident, s'appuyant sur le principe des voitures suiveuses et dans lequel une signification peut être donnée à chaque variable .Cependant, face au manque de réalisme du modèle dans certaines situations, on cherche à l'améliorer [1] [4]. La loi de comportement donnée par l'IDM est une équation différentielle [1,2,3,4]. Au vu de sa complexité, elle ne peut pas être résolue analytiquement sans recours à des hypothèses afin de reproduire des accélérations et des comportements réalistes : La solution est de résoudre numériquement ce problème en utilisant le langage de programmation *Python* .Grâce au modèle mathématique *Intelligent Driver Model*, il est possible de réguler le trafic et de réduire les embouteillages. D'où la résolution de notre problématique.

Problématique retenue

Comment réguler le trafic routier dans une ville et maximiser la fluidité de la circulation à l'aide d'un modèle mathématique microscopique qui va être simplifié et résolu numériquement ?

Objectifs du TIPE

Constater efficacement la vitesse des véhicules dans une route et comprendre leurs relations ;
Savoir les limites du modèle *IDM* et essayer de l'améliorer ;
Essayer de résoudre le problème du trafic routier en utilisant le langage de programmation *Python* ;
Savoir l'avantage de la présence des véhicules automatisés dans une file.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[1] FABIEN SAVY KILLIAN TROLES : Simulation du trafic routier Projet final au Cycle Préparatoire de Bordeaux
«Simulation du

trafic routier Projet final au Cycle Préparatoire de Bordeaux»

: http://fsavy.vvv.enseirb-matmeca.fr/reports/memoire_cpbx_savy_troles_trafic.pdf

[2] OUSSAMA DERBEL : Modélisation microscopique et macroscopique du trafic. Impact des véhicules automatisés sur la sécurité du conducteur : <https://theses.hal.science/tel-01314140/document>

[3] BILAL HIMITE : Simulating Traffic Flow in Python: Implementing a microscopic traffic model : <https://towardsdatascience.com/simulating-traffic-flow-in-python-ee1eab4dd20f>

[4] DIPL.-PHYS. ARNE KESTING : Microscopic Modeling of Human and Automated Driving: Towards Traffic-Adaptive Cruise Control : <https://www.akesting.de/download/ThesisArneKesting.pdf>

[5] M.TREIBER A.KASTING : Chapter 11 Car-Following Models based on Driving Strategies : <http://traffic-flow-dynamics.org/res/SampleChapter11.pdf>