

Modélisation du trafic routier

Je suis particulièrement captivé par le domaine du trafic routier. Ma préoccupation réside notamment dans les nuisances que ce trafic induit. Ce sujet fait l'objet de plusieurs idées innovatives et je tiens à faire partie de cette discussion en apportant un regard nouveau qui affectera l'état futur de notre société

La question de trafic routier est fortement liée à des enjeux sociétaux imminents. En effet, en améliorant la situation routière, on parviendra à économiser l'énergie des moteurs des véhicules, limiter les dégâts générés par ces derniers au sein de l'environnement et automatiquement assurer une meilleure sécurité routière.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Trafic routier</i>	<i>road traffic</i>
<i>Modélisation</i>	<i>Modeling</i>
<i>Simulation</i>	<i>Simulation</i>
<i>Méthode des caractéristiques</i>	<i>Characteristics method</i>
<i>Résolution numérique</i>	<i>Numerical resolution</i>

Bibliographie commentée

La croissance de la population et l'augmentation du nombre d'utilisateurs sur les routes constituent une source considérable de problèmes divers. Les impacts sont à la fois environnementaux et de santé publique. Ils sont causés par les rejets de gaz à effet de serre et les émissions de polluants par les véhicules, suite à l'apparition de congestions accrues et de phénomènes d'accordéon récurrents. Les conséquences économiques liées à la consommation de carburant et au temps perdu dans les embouteillages ne sont pas en reste. Rajouté à cela des incidents et accidents sont provoqués par la dégradation des conditions de circulation. Tout ceci constitue un enjeu sociétal important. Les modèles de trafic ont une importance capitale pour la compréhension et la prévision des phénomènes liés aux conditions de circulation. Ils représentent une aide précieuse à tous les niveaux de gestion du trafic.[1]

L'étude théorique va se concentrer sur deux modèles.

Premièrement, un modèle microscopique de second ordre (qui s'écrit comme un système fini d'équations aux dérivées ordinaires de second ordre) décrit par Chandler[2], On adapte ainsi une loi de poursuite [3] avec prendre en considération le temps de réaction de conducteur. Après, une résolution numérique permettra de trouver une équation qui décrit le mouvement de chaque voiture en fonction de ce qu'elle précède, et à l'aide d'une simulation en Python et en appliquant une telle

donnée d'entrée, on peut voir les conséquences sur les autres voitures.[4]

Deuxièmement, nous allons voir un modèle mathématique destiné à étudier le trafic routier. Il s'agit d'un enjeu important pour le développement de réseaux de circulation car mieux comprendre le phénomène en question permettrait d'optimiser ces infrastructures. Notamment, on cherche à réduire l'encombrement des routes, le risque d'accidents et la pollution. Ce deuxième modèle qui est un modèle macroscopique a été développé par M.J. Lighthill, G.B. Whitham et P.I. Richards pendant les années 1950. Ainsi, nous nous considérons une route empruntée par des voitures, mais bien évidemment les résultats énoncés restent valides dans d'autres conditions, comme par exemple la circulation de piétons. L'étude de ce modèle mathématique m'a amené à me pencher sur le domaine des Équations aux Dérivées Partielles[5], et plus précisément sur les outils de résolution de ces équations. Je me suis particulièrement concentré sur la méthode des caractéristiques, qui est détaillée dans la suite. Ainsi, j'ai présenté quelques applications d'écoulement des voitures, le feu tricolore et l'embouteillage[6]. Cette partie présente un aspect très concret des mathématiques que sont les Équations aux Dérivées Partielles. En permettant de relier les variations d'une fonction selon ses différentes variables, ces équations sont au cœur d'un grand nombre de problèmes de mathématiques appliquées et les modèles reposant sur de telles équations sont abondants en physique, en biologie, en économie ou en chimie. Les outils de résolution d'Équations aux Dérivées Partielles sont variés et leur utilisation dépend du type d'équation considérée[7]. Ici, nous avons étudié une équation de conservation et c'est la méthode des caractéristiques qui a été préférée.[8]

Et pour conclure, j'ai fini par écrire quelques démonstrations des applications et du méthode des caractéristiques[8], puis écrire un code implémenté en Python pour décrire le mouvement des voitures et leur vitesse et voir l'effet de quelques perturbations.

Problématique retenue

Pour assurer une meilleure sécurité routière, il est donc nécessaire de proposer une modélisation mathématique, et de trouver un compromis algorithmique permettant la recherche effective de solutions dans des cas concrets.

Objectifs du TIPE

Premièrement, modéliser le trafic routier par deux modèles, le premier est microscopique décrit par Chandler, et le deuxième est macroscopique développé par M.J. Lighthill, G.B. Whitham et P.I. Richards.

Ensuite, résoudre les équations différentielles ordinaires par une résolution numérique, puis partielles par la méthode des caractéristiques, et traiter quelques exemples de circulation comme le feu tricolore et l'embouteillage.

Finalement, utiliser une simulation numérique en Python et tester l'algorithme final dans différentes conditions.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] C. BUISSON AND J. LESORT : Comprendre le trafic routier. Méthodes et calculs
- [2] R. E. CHANDLER, R. HERMAN, AND E. W. MONTROLL : Traffic dynamics: studies in car following, Operations research
- [3] J. FIROZALY : Homogenization of a 1d pursuit law with delay and a counter-example
- [4] G. COSTESEQUE : Modélisation et simulation dans le contexte du trafic routier
- [5] LAWRENCE C. EVANS : Partial Differential Equations
- [6] M.J. LIGHTHILL, G.B. WHITHAM : On Kinematic Waves - II - A Theory of Traffic Flow on Long Crowded Roads
- [7] SANDRO SALSA : Partial Differential Equations in action
- [8] GUILHEM DUPUIS : Modélisation du trafic routier

DOT

- [1] *Sélectionner un modèle microscopique et un modèle macroscopique parmi nombreux modèles du trafic routier.*
- [2] *Rédaction du code Python initial.*
- [3] *Simulations sur le modèle microscopique de CHANDLER: voir les conséquences après appliquer une telle donnée d'entrée.*
- [4] *Comprendre le modèle macroscopique de LWR et adapter une démonstration pour la méthode des caractéristiques.*
- [5] *Implémentation des algorithmes en Python.*
- [6] *Etude de deux applications pour le modèle de LWR.*