

# CIV6705 - Théorie de la circulation

## Plan de cours

Nicolas Saunier  
nicolas.saunier@polymtl.ca

Automne 2019

### Contents

<b>1</b>	<b>Enseignant du cours</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Description et objectif du cours</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Objectifs d'apprentissage</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Méthodes d'enseignement</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Modalités de fonctionnement</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>Mécanismes d'évaluation</b>	<b>3</b>
<b>7</b>	<b>Documentation pertinente</b>	<b>4</b>
<b>8</b>	<b>Calendrier des rencontres et des activités d'évaluation</b>	<b>4</b>
8.1	Calendrier . . . . .	4
8.2	Revue d'article . . . . .	5
8.3	Projet appliqué . . . . .	5
8.3.1	Sujets . . . . .	6
8.3.2	Échéancier et évaluation . . . . .	7
<b>9</b>	<b>Fraude et plagiat</b>	<b>8</b>
<b>A</b>	<b>Autres ressources</b>	<b>8</b>

## 1 Enseignant du cours

Le responsable et enseignant du cours est Nicolas Saunier, professeur titulaire au département des génies civil, géologique et des mines (CGM) de Polytechnique Montréal. Pour plus d'information, veuillez vous référer à sa page professionnelle (en anglais).

## 2 Description et objectif du cours

La description du cours à l'annuaire est la suivante:

Introduction, variables décrivant la circulation, caractéristiques du conducteur, interactions conducteur-route-véhicule, distributions de probabilité décrivant la circulation, modèles macroscopiques, modèles de poursuite, théorie des ondes de choc, analyse théorique de la capacité routière, phénomènes d'attente, congestion, simulation de la circulation. Applications.  
(tirée du site)

Le nombre de crédits est de 3 et le triplet (3 - 0 - 6).

L'objectif du cours est d'introduire l'étudiant à la théorie de la circulation routière, c'est à dire à la description de la circulation à l'aide des lois de la mathématique et de la physique.

## 3 Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant sera en mesure de :

- choisir des lois de probabilité appropriées qui pourraient servir à résumer les données de la circulation et utiliser ces lois dans des analyses de la circulation (par ex. loi de Poisson et les files d'attente);
- développer des modèles macroscopiques de la circulation pour une route donnée et les utiliser pour la gestion de la circulation et pour les analyses de capacité routière;
- appliquer les lois de poursuite et de changement de voie pour simuler la circulation sur une route donnée;
- appliquer la théorie des ondes de choc pour analyser les phénomènes de la congestion et de la formation des files d'attente lors des incidents ou accidents sur le réseau routier;
- analyser le déroulement de la circulation le long d'une route et aux carrefours;
- résoudre par simulation numérique des problèmes complexes, difficiles ou impossibles à résoudre de façon analytique;
- appliquer des connaissances acquises à la résolution d'un problème pratique en circulation dans un contexte similaire à celui du cours.

## 4 Méthodes d'enseignement

Les méthodes d'enseignement sont traditionnelles. Les séances de cours reposent sur des exemples (incluant différents types de contenu comme des vidéos, animations et logiciels) pour introduire les concepts, et des exercices pour les mettre en œuvre et tester la compréhension.

Étant un cours du cycle supérieur, orienté vers la recherche, la participation est très fortement encouragée, et obligatoire pour certaines activités. Un des éléments d'évaluation de l'apprentissage est la présentation et revue critique d'un article scientifique. La présentation aura lieu lors d'un cours, en lien avec le sujet du cours ce jour-là. Les autres étudiants doivent avoir lu l'article et réfléchir à des questions à poser dans la discussion de l'article.

## 5 Modalités de fonctionnement

Je suis disponible en tout temps lorsque je suis à mon bureau (B-324.2). Je vous conseille très fortement de me contacter au préalable par courriel (<mailto:nicolas.saunier@polymtl.ca>) pour prendre rendez-vous.

## 6 Mécanismes d'évaluation

L'évaluation des apprentissages ne repose sur aucun examen en classe, mais sur les éléments suivants:

Élément d'évaluation	Pondération
Participation générale (présence, commentaires et questions)	10 %
Devoirs (3)	30 %
Revue et critique d'un article scientifique +présentation	10+10 %
Projet appliqué	40 %
Description du projet et commentaires	5+5 %
Plan de l'article	(-1 Pt)
Article	20 %
Présentation	10 %

Il est attendu que vous lisiez le matériel recommandé avant le cours et que vous participiez activement à la discussion dans le cours. Vous devriez préparer pour chaque cours au moins une question ou un commentaire à faire en classe.

Les trois devoirs comprendront des exercices et des recherches de littérature sur des sujets précis. Les dates des devoirs sont les suivantes:

Sujet	Date de distribution	Date de remise
Devoir 1	18 septembre	2 octobre
Devoir 2	23 octobre	6 novembre
Devoir 3	6 novembre	20 novembre

**Anglais** Le cours est donné en français et les documents du cours (notes, exercices, examens) sont aussi rédigés en français. Il est cependant autorisé de rédiger les rapports (devoirs, article, etc.) en anglais si vous le désirez. Par ailleurs, l'essentiel des ressources est, comme l'essentiel de la recherche internationale, écrit en anglais: une bonne maîtrise de l'anglais est donc nécessaire pour approfondir le cours et réaliser les travaux demandés.

## 7 Documentation pertinente

Le matériel du cours est disponible sur le site moodle du cours. Les ressources principales sont les suivantes:

- les notes de cours (site moodle);
- les anciennes notes de cours du Prof. Karsten Baass (disponible sur le site moodle) (notées KB dans le calendrier);
- le document "Revised Monograph on Traffic Flow Theory" du comité du Transportation Research Board (TRB) sur la théorie de la circulation (AHB45) (noté TFT dans le calendrier).

Des ressources complémentaires en circulation sont disponibles sur le PolyWikiTI (Wiki des Transports Intelligents de Polytechnique Montréal). D'autres ressources sont listées en annexe A.

## 8 Calendrier des rencontres et des activités d'évaluation

Le cours est donné le mercredi de 9h30 à 12h20 en salle B-406.

### 8.1 Calendrier

L'ordre indicatif des cours et leur sujet est le suivant:

Date	Contenu	Lectures
28 août	Présentation du cours, discussion de l'évaluation, introduction du cours	
4 septembre	Variables de description de la circulation	TFT chap 2 (2 versions), KB 1
11 septembre	Méthodes de collecte de données de circulation	KB 3 et 4
18 septembre	Le conducteur et les facteurs humains	TFT chap 3, KB 2
25 septembre	Les distributions statistiques	KB 6 et 7
2 octobre	Les modèles microscopiques de la circulation	TFT chap 4 et KB 12
9 octobre	Les modèles macroscopiques et simulations	TFT chap 5 et 10 et KB 11 et 16
23 octobre	Modèles piétons et cyclistes	
30 octobre	Théorie des ondes	TFT chap 6 et KB 13
6 novembre	Carrefours sans feux et acceptation des créneaux	TFT chap 8 et KB 10
13 novembre	Les files d'attentes	TFT chap 9 et KB 14
20 novembre	Modèles des impacts environnementaux	TFT chap 7
27 novembre	Présentation des projets	

## 8.2 Revue d'article

Le but de la revue d'un article est de vous familiariser avec des travaux de recherche et d'amener une discussion pratique dans le cadre de chaque cours. Un court document devra aussi être rendu: il doit être concis, entre une et deux pages de longueur (police 11 points, interligne simple, marge de 2.5 cm), sans paraphraser l'article, et doit se concentrer sur une critique constructive: leçons, point forts et points faibles de l'article.

Si vous ne savez pas où commencer votre recherche d'un article, un point de départ est la bibliographie de l'article du centenaire du comité TRB sur la théorie de la circulation.

C'est un travail individuel. J'attends que vous me communiquiez votre choix d'article pour le **4 septembre**. Je me réserve le droit de refuser un article s'il ne convient pas au cours ou s'il y a déjà trop d'articles sur des sujets connexes (pour le même cours).

L'article et la revue doivent être présentés en cours. Je vous proposerai une date de présentation selon le sujet de votre article (en général, un article par cours). Vous devez communiquer **au plus vite** avec moi si la date de présentation ne vous convient pas (conflit avec des devoirs dans d'autres cours par exemple). La présentation devra durer 20 min au maximum et sera faite simplement avec l'article, sans préparer de diapositives. Le document devra être rendu au plus tard la veille du cours à minuit. Un guide pour la rédaction de revue d'article est disponible sur le site moodle.

## 8.3 Projet appliqué

L'objectif du projet appliqué est d'explorer et d'approfondir un sujet particulier vu en cours et de rédiger un rapport rigoureux sur le sujet.

### 8.3.1 Sujets

Vous êtes fortement encouragés à choisir un projet qui repose sur le traitement et la visualisation de données de circulation:

- données d'observations: recueillies sur le terrain par vos soins, obtenues par des contacts avec des professionnels (municipalités, sociétés de génie-conseil, etc.), disponibles à Polytechnique Montréal ou publiques sur Internet (voir sur le PolyWikiTI);
- données de simulation (il faut noter qu'une simulation nécessite aussi des données réelles pour sa calibration et sa validation): vous pouvez soit programmer un modèle simple (en utilisant un langage de programmation comme Python, R, Matlab, etc.) (voir exemple d'un étudiant de maîtrise), soit utiliser un logiciel existant sous license libre (Applet de Martin Treiber, SUMO, TRANSIMS, MATSIM), soit un logiciel commercial (des licenses de VISSIM pour étudiants sont disponibles pour la session).

Voici une liste non-restrictive d'exemples de sujets que vous pourriez aborder pour votre projet:

- Impact des systèmes d'aide à la conduite (régulateur de vitesse, suivi automatique de peloton sur autoroute, information trafic temps réel, etc.) et des véhicules autonomes sur la circulation;
- Modélisation de la sécurité dans les modèles de la circulation;
- Impact des durées d'agrégation des variables macroscopiques de la circulation;
- Étude de la circulation par voie sur des routes à plusieurs voies (homogénéité, comportements différents, propagation des états de circulation);
- Description des phénomènes qui se déroulent dans un goulot, lors de la formation d'un embouteillage, et exploration de la baisse de la capacité en mode congestionné ("capacity drop");
- Étude d'un modèle de simulation microscopique du conducteur, par ex. le "Intelligent Driver Model";
- Méthodes de traitement et fusion des données de circulation à partir de différents capteurs;
- Explorer la forme du diagramme fondamental macroscopique (à l'échelle d'une ville);
- Modéliser/mesurer les facteurs d'équivalence de différents types de véhicules, de différents types de mouvements;
- Comparaison des formules analytiques/empiriques de la capacité d'un carrefour (traditionnel avec ou sans feu, ou giratoire) avec des observations dans un modèle de simulation microscopique;
- Calibration d'un modèle de simulation microscopique avec des données microscopiques (individuelles), par ex. les temps inter-véhiculaires, les vitesses individuelles, les changements de voie.

Une façon de trouver un sujet précis est de chercher un article intéressant et de chercher à en reproduire certains résultats.

### 8.3.2 Échéancier et évaluation

Le travail peut être accompli seul ou par groupe de deux (le volume de travail attendu pour un groupe de deux étudiants devra être plus important que pour un étudiant seul). Les échéances sont les suivantes:

Date	Remise
11 septembre	Choix du sujet
18 septembre	Rédaction d'une courte description du projet
25 septembre	Commentaires des autres étudiants et de moi-même
23 octobre	Rendu d'un plan détaillé de l'article
27 novembre	Présentation du projet
4 décembre	Rendu de l'article

Il faut m'envoyer un courriel indiquant le sujet choisi et votre groupe le cas échéant (en mettant votre partenaire en copie dans le courriel).

**La courte description de projet** doit avoir deux pages au maximum. Le document devra inclure un titre, un à trois paragraphes décrivant le contexte de la recherche, le sujet précis qui va être traité, les références de la littérature citées dans le texte (au moins trois articles doivent être inclus dans les références, dans un format bibliographique standard) et les données à analyser (le cas échéant).

**Le plan détaillé** doit contenir au minimum les titres de section (introduction, revue de littérature, méthodologie, résultats expérimentaux et conclusion) et sous-section, aussi spécifiques que possible. Vous pouvez reprendre la description de votre article et ajouter du contenu sous forme de listes. Je vous encourage à donner autant d'informations que possible pour que je puisse vous donner une rétroaction utile sur votre projet et son avancement.

**Le format de votre article** devra suivre les recommandations du congrès du TRB. J'attends un travail rigoureux et scientifique, ce qui inclut une discussion argumentée, des figures de qualité (correctement étiquetées, dans format vectoriel si vous les avez créées), des légendes pour les tableaux et les figures, des conclusions justifiées par le raisonnement et les données (le cas échéant), et les références de toutes les sources. Le document contiendra aussi un résumé et une bibliographie. Les acronymes doivent être tous définis. Il vous est recommandé d'écrire dans un style simple, à la voie directe avec des phrases courtes.

**La présentation** devra durer entre 15 et 20 min selon le nombre de présentations. Vous pouvez utiliser des acétates, mais il est recommandé d'éviter de préparer trop de matériel (il faut compter entre 1 et 2 min par acétate): concentrez-vous sur votre message et les idées que vous voulez communiquer, et répétez votre présentation pour respecter le temps qui vous est alloué.

Les *critères d'évaluation* des articles et présentations sont les suivants:

1. bonne organisation;
2. introduction claire du contexte et de l'objectif;
3. présentation d'articles de référence (selon le cas);

4. présentation de la méthode;
5. présentation et discussion des résultats;
6. limites et perspectives du travail;
7. autre.

## 9 Fraude et plagiat

Les règlements des études supérieures de Polytechnique Montréal s'appliquent à ce cours (en particulier concernant la fraude, le plagiat, les absences, etc.). Veuillez le consulter sur le site du secrétariat général.

En outre, j'aimerais insister sur la rédaction de vos travaux dans une langue de bonne qualité, ainsi que des illustrations soignées et bien présentées. Les retards dans le rendu des travaux entraîneront automatiquement des pertes de points (10 % de la note par jour de retard).

### A Autres ressources

Il y a plusieurs associations professionnelles et organismes gouvernementaux dans le domaine du transport qui publient des manuels, recommandations, font de la formation:

- AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials
- AQTr: Association Québécoise des Transports
- ATC: Association du Transport du Canada
- CITE: Canadian Institute of Transportation Engineers
- FHWA: Federal Highway Administration
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ITE: Institute of Transportation Engineers (gratuit pour les étudiants)
- MTQ, Ministère des Transports du Québec
- NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration
- TRB: Transportation Research Board

Parmi les institutions universitaires dans le domaine du transport, on peut noter:

- CIRRELT: Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Réseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport
- HEC-Montréal: École des hautes études commerciales de Montréal
- INRS: Institut National de la Recherche Scientifique
- IFSTTAR: Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (anciennement Institut National de la Recherche sur les Transports et leur Sécurité, INRETS)



Parmi les revues avec comité de lecture dans le domaine des transports, on peut noter:

- Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board
- Transportation Research Part A, B, C, D, E, F
- Accident Analysis and Prevention
- Journal of Intelligent Transportation Systems
- Journal of Advanced Transportation
- Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering
- IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems
- IEEE Transactions on Vehicular Technology
- ITE Journal
- Recherche Transports Sécurité
- Routes et transports (de l'AQTr)

Je vous recommande les moteurs de recherche suivants pour trouver des articles et constituer une bibliographie:

- Google Web et Scholar
- Les sites des éditeurs (dont le contenu est accessible lorsque vous vous connectez à Internet de l'École): Elsevier, Springer, IEEE explore, ACM, Scopus, Taylor and Francis, Public Library of Science (PLOS), etc.
- Les dépôts publics comme ArXiv et engrXiv
- Transportation Research Information Services (TRIS) database