

Rapport annuel 2021

Chaire en transformation du transport

31 janvier 2022



Mot du titulaire de la Chaire en 2022

Suite aux contrecoups subis par la Chaire en vertu de la pandémie de COVID-19 en 2020, notamment en ce qui concerne les activités de dissémination et de partage des connaissances, en 2021, les efforts de la Chaire se sont concentrés sur la poursuite de ces recherches, ainsi que sur la reprise des échanges avec ses partenaires et collaborateurs. En ce qui concerne ce dernier, deux ateliers sur des scénarios prospectifs en transport ont été organisés au printemps, afin de contribuer au développement de projets communs. Comptant sur la participation de multiples acteurs, du secteur industriel et des gouvernements municipaux, provinciaux et fédéraux, impliqués dans les systèmes de transport, ces ateliers avaient pour but d'élaborer conjointement des scénarios sur lesquels les chercheurs de la Chaire pourront travailler pour développer des méthodologies d'estimation des GES.

Suite aux échanges fructueux qui ont eu lieu au printemps, un schéma méthodologique général a été élaboré pour l'analyse des impacts du transport de marchandises et de personnes, sur des indicateurs clés, tels que le climat, la santé humaine, l'équité sociale, la compétitivité des entreprises, etc. L'objectif est de réduire ces impacts en optimisant le réseau et les déplacements, en favorisant le passage à des moyens de transport plus innovants et durables, et en améliorant les infrastructures pour favoriser la mobilité durable. Les résultats de ces ateliers, les grandes lignes et les premières réflexions sur les futures recherches de la Chaire en 2022, liées à ces scénarios, ont été présentés aux partenaires et collaborateurs lors du Symposium annuel de la Chaire en décembre 2021.

En termes de personnel, la Chaire reprend graduellement le processus d'intégration de nouveaux chercheurs et étudiants, accélérant ainsi la réalisation de ces nouveaux scénarios, afin d'optimiser le réseau de transport et de réduire les émissions de GES, associées au déplacement des personnes et des marchandises. Une prolongation accordée sur le mandat de la Chaire, d'une année supplémentaire, devrait également avoir un impact positif sur la réalisation de ces objectifs.

Par conséquent, pour 2022, la Chaire en transformation du transport, financée par le Ministère de l'Économie et de l'Innovation, a pour objectif de poursuivre la réalisation de scénarios futurs, issues de la réflexion commune avec ses partenaires et collaborateurs, qui permettront le développement de systèmes de transport plus innovants et durables.

Martin Trépanier

Co-titulaire de la Chaire de recherche en transformation du transport

Professeur titulaire au Département de mathématiques et génie industriel de Polytechnique Montréal

Directeur du Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT)

Professeur associé au département d'informatique et de recherche opérationnelle de l'Université de Montréal

Professeur associé au département opérations et systèmes de décision de l'Université Laval

Membre de la chaire de recherche Mobilité

Sommaire

I. À propos de la Chaire en transformation du transport

4

1. Mission	4
2. Axes de recherche	4
3. Objectifs de la Chaire	4
4. Équipe de recherche en 2021	5
Titulaire et co-titulaires de la Chaire	5
Professionnels de recherche	5
Étudiants et stagiaires postdoctoraux	5

II. Rapport des activités de la dernière période financière

6

1. Principales actions	6
1.1. Planification des projets et travaux de la Chaire	6
1.2. Événements (co-)organisés par la Chaire	6
1.3. Participation à d'autres événements	7
1.4. Recrutement d'étudiants et du personnel de recherche	7
1.5. Activités de recherche	8
Projets complétés en 2021	8
Projets en cours	9
1.6. Achat de matériel	11
2. Principales activités de diffusion	13
2.1. Activités de communication	13
2.2. Publication d'articles dans des revues scientifiques (révision par des pairs)	13
2.3. Autres publications	19
2.5. Participations à des conférences	20
3. Partenariats effectués	22

III. Indicateurs de performance

23

IV. Bilan des activités de recherche et de liaison

24

V. Budget détaillé

25

I. À propos de la Chaire en transformation du transport

1. Mission

La *Chaire en transformation du transport* est financée par le Ministère de l'Économie et de l'Innovation. Elle propose de développer et de promouvoir des méthodes, des outils et des stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) par une meilleure gestion de l'offre et de la demande en transport, tout en optimisant les dépenses publiques et privées et l'utilisation des réseaux et infrastructures de transport. Pour ce faire, la Chaire se concentre sur les nouvelles technologies, mais aussi sur l'aménagement du territoire et les changements de comportement.

2. Axes de recherche

La recherche scientifique de la Chaire s'organise autour de trois axes de recherche :

Axes 1. Transport de personnes

Le développement des technologies numériques permet de collecter un grand nombre de données relatives au transport de personnes (trajets, modes de transport, préférences, habitudes, etc.) lesquelles peuvent être utilisées pour mieux caractériser la demande et optimiser l'offre de services.

1.1 Optimisation du transport de personnes

1.2 Analyse des scénarios de transformation du transport de personnes

Axes 2. Transport de marchandises

Le second axe de recherche vise à mieux comprendre les besoins associés au transport de marchandises en vue de proposer une offre de transport plus efficace, moins chère et moins polluante.

2.1 Simulation et optimisation du transport de marchandises

2.2 Analyse de scénarios de logistique urbaine

Axes 3. Projets intégrateurs : solutions globales pour l'ensemble du secteur des transports

Le troisième axe de recherche vise à intégrer les travaux des autres axes dans des solutions innovatrices et globales pour le secteur du transport, autant pour les personnes que pour les marchandises.

3.1 Outils et modèles pour la transformation du transport

3.2 Optimisation des systèmes d'activités

3.3 Analyse des scénarios prospectifs de transformation du transport et des activités

3. Objectifs de la Chaire

Objectif 1

Climat : Soutenir les activités de réduction de GES. Par ex.: électrification des flottes de transport public.

Objectif 2

Santé : Prévenir et limiter les maladies, les blessures, la mortalité et les impacts psychosociaux. Par ex.: pistes cyclables sécurisées.

Objectif 3

Équité sociale : Atteindre une plus grande équité sociale dans la planification du transport. Par ex.: accessibilité au transport public pour les personnes à mobilité réduite.

Objectif 4

Qualité de l'air : Soutenir l'innovation et les avancées technologiques visant à la réduction de la pollution. Par ex.: incitatifs à l'achat de véhicules électriques.

Objectif 5

Compétitivité : Soutenir l'innovation en logistique, dans les infrastructures et les technologies visant l'efficacité économique du transport de marchandises et de personnes. Par ex.: casiers pour la livraison des colis.

4. Équipe de recherche 2021

Titulaire et co-titulaires de la Chaire

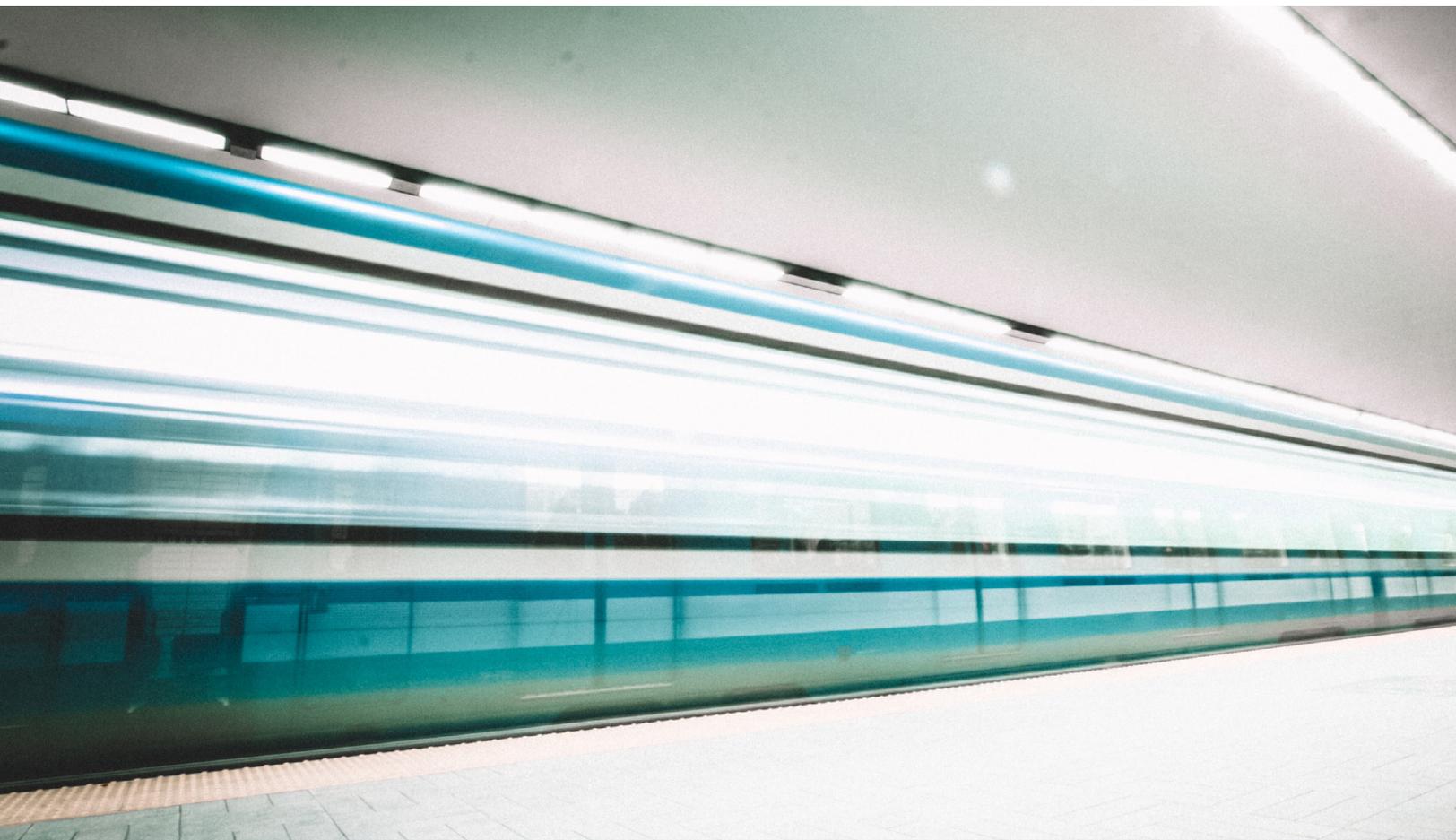
- Pr Bernard Gendron, titulaire de la Chaire (Université de Montréal)
- Pre Catherine Morency, cotitulaire (Polytechnique Montréal)
- Pre Emma Frejinger, cotitulaire (Université de Montréal)
- Pr Martin Trépanier, cotitulaire (Polytechnique Montréal)
- Pr Normand Mousseau, cotitulaire et directeur de l'institut de l'énergie Trottier (Université de Montréal)

Étudiants et stagiaires postdoctoraux

- Asad Yarahmadi (*étudiant au doctorat*)
- François Sarrazin (*stagiaire postdoctoral*)
- Frédérique Roy (*stagiaire au baccalauréat*)
- Gabriel Homsy (*étudiant au doctorat*)
- Gora Sall (*étudiant à la maîtrise*)
- Heindrick Dominique Michel (*étudiant à la maîtrise*)
- Ilyas Himmich (*stagiaire postdoctoral*)
- Jérôme Laviolette (*étudiant au doctorat*)
- Mahsa Moghaddass (*stagiaire postdoctorale*)
- Mérédith Lacombe (*stagiaire au baccalauréat*)
- Nazmul Arefin Khan (*stagiaire postdoctoral*)
- Ngoc Dai Nguyen (*étudiant au doctorat*)
- Renaud Gignac (*stagiaire au baccalauréat*)
- Robin Legault (*étudiant à la maîtrise*)
- Sameh Grainia (*étudiante au doctorat*)
- Sobhan Mohammadpour (*étudiant à la maîtrise*)
- Suzanne Pirie (*étudiante au doctorat*)

Professionnels de recherche

- Amaury Philippe
- Ammar Metnani
- Brigitte Milot
- Danielle Maia de Souza, *coordonnatrice scientifique de la Chaire*
- Florian Pedroli
- Hubert Verreault
- Thomas Dandres



II. Rapport des activités de la dernière période financière

1. Principales actions

1.1. Planification des projets et travaux de la Chaire

- **Rencontre des chercheurs (2 février 2021).** Réunion pour la planification de l'atelier sur les scénarios prospectifs de transport et les recrutements à faire en 2021.
- **Rencontre des chercheurs (16 mars 2021).** 1^{er} réunion pour la planification du premier atelier sur les scénarios prospectifs de transport : brainstorming.
- **Réunion des chercheurs (23 mars 2021).** 2^e réunion pour la planification du premier atelier sur les scénarios prospectifs de transport : planification de l'activité en ligne.
- **Réunion du Comité scientifique (29 mars 2021).** Réunion du comité scientifique de la Chaire. Cette réunion n'a pas eu lieu en janvier, en raison de problèmes liés à la COVID.
- **Réunion des chercheurs (30 mars 2021).** 3^e réunion pour la planification du premier atelier sur les scénarios prospectifs de transport : validation de l'activité en ligne.
- **Réunion des chercheurs (27 avril 2021).** 4^e réunion pour la planification du premier atelier sur les scénarios prospectifs de transport : dernières directives avant l'atelier.
- **Réunion des chercheurs (30 avril 2021).** 1^{er} réunion pour la planification du deuxième atelier sur les scénarios prospectifs de transport.
- **Réunion des chercheurs (11 mai 2021).** 2^e réunion pour la planification du deuxième atelier sur les scénarios prospectifs de transport : dernières directives avant l'atelier.
- **Réunion des chercheurs (21 juin 2021).** Réunion pour valider le rapport provisoire de la Chaire et pour planifier les activités du Symposium annuel de la Chaire 2021.
- **Réunion des chercheurs (27 août 2021).** Rencontre sur les modèles de motorisation pour la Chaire.
- **Réunion des chercheurs (1 octobre 2021).** Rencontre sur les modèles de motorisation pour la Chaire.
- **Réunion des chercheurs (29 octobre 2021).** 1^{er} réunion pour valider les activités du Symposium annuel de la Chaire 2021.
- **Réunion des chercheurs (2 novembre 2021).** 2^e réunion pour valider les activités du Symposium annuel de la Chaire 2021.
- **Réunion des chercheurs (3 décembre 2021).** 3^e réunion pour valider les activités du Symposium annuel de la Chaire 2021.

1.2. Événements (co-)organisés par la Chaire

- **1er atelier sur les scénarios prospectifs en transports (27 avril 2021).** Lors de ce premier atelier, les partenaires ont été invités à identifier les facteurs internes et externes qui servent de leviers sur les services de mobilité et de transport et d'identifier les principales interventions sur ces services. L'atelier a été suivi par 24 participants, de différents milieux (université, gouvernement et industrie), provenant du Québec. L'objectif du 1^{er} et 2^e ateliers était de co-élaborer des scénarios sur lesquels les chercheurs de la Chaire pourront travailler pour développer des méthodologies d'estimation avec une implication directe des organisations partenaires de la Chaire.
- **Symposium annuel de la Chaire (11 mai 2021).** Ce deuxième atelier visait à identifier les mesures de performance, les cibles et les impacts sur les objectifs de la Chaire. Un rapport de synthèse a été envoyé à tous les participants. L'atelier a été suivi par 26 participants, de différents milieux (université, gouvernement et industrie), provenant du Québec. L'objectif du 1^{er} et 2^e ateliers était de co-élaborer des scénarios sur lesquels les chercheurs de la

Chaire pourront travailler pour développer des méthodologies d'estimation avec une implication directe des organisations partenaires de la Chaire.

- **Symposium annuel de la Chaire (14 décembre 2021).** Le symposium a attiré 40 participants, qui se sont réunis pour entendre des présentations des projets menés par les chercheurs et étudiants de la Chaire en transformation du transport, ainsi qu'un aperçu des discussions sur les scénarios prospectifs menant à un système de transport innovant et plus durable. Le programme du symposium et les présentations sont disponibles sur le [site web de la Chaire](#).

1.3. Participation à d'autres événements

- **Colloque annuel de la Chaire Mobilité (25 mai 2021).** L'objectif du colloque, organisé par Catherine Morency (Polytechnique Montréal), était de présenter l'avancement des travaux de recherche la Chaire Mobilité. L'événement s'est déroulé en ligne et comptait avec les présentations de chercheurs, de professionnels de la recherche et d'étudiants impliqués dans des projets de la Chaire en transformation du transport :

- **Catherine Morency**, Introduction à l'événement,
- **Hubert Verreault**, Évaluation des impacts de scénarios de télétravail,
- **Jérôme Laviolette**, Modélisation de la motorisation : enjeux méthodologiques,
- **Brigitte Milord**, Perspectives économiques sur le parc de véhicules, et
- **Pierre-Léo Bourbonnais**, Qualité des informations géographiques et impacts.

Pour plus de détails, veuillez consulter le [site web de la Chaire Mobilité](#).

- **Symposium annuel Trottier sur l'ingénierie, l'énergie et la conception durables (4 novembre 2021).** L'objectif du symposium, organisé par l'Institut de l'énergie Trottier, était de discuter des besoins fondamentaux des citoyens, liés à l'utilisation des ressources, et de l'application de solutions pour la transition énergétique.

Pour plus de détails, veuillez consulter le [lien](#).

1.4. Recrutement d'étudiants et du personnel de recherche

- **Amaury Philippe** : professionnel de recherche, à Polytechnique Montréal, dirigé par Martin Trépanier. Il travaille sur l'estimation des émissions de GES de scénarios de logistique urbaine.
- **Asad Yarahmadi** : étudiant au doctorat, à Polytechnique Montréal, dirigé par Catherine Morency et Martin Trépanier. Il travaille sur le développement des cycles de conduite.
- **Bahman Madadkar Bornay** : étudiant au doctorat, à Polytechnique Montréal, dirigé par Michel Gendreau (Polytechnique Montréal) et Bernard Gendron. Il travaille sur le temps de déplacement sur les réseaux routiers.
- **Gabriel Homsy** : étudiant au doctorat, dirigé par Sanjay Dominik Jena (UQAM), Ivan Contreras (U. Concordia) et Bernard Gendron. Il travaille sur l'optimisation de l'appariement des covoitureurs.
- **Ilyas Himmich** : stagiaire postdoctoral, à l'Université de Montréal, dirigé par Teodor Crainic et Bernard Gendron. Il a travaillé sur la planification tactique de flottes de véhicules automatisés pour le transport urbain de personnes et de marchandises.
- **Mahsa Moghaddass** : stagiaire postdoctorale, à l'Université de Montréal, dirigée par Emma Frejinger et Bernard Gendron. Elle a travaillé sur l'estimation des modèles de choix discrets pour déterminer les préférences des utilisateurs sur le placement des bornes de recharge de véhicules électriques.
- **Ngoc Dai Nguyen** : étudiant au doctorat, à l'Université de Montréal, dirigé par Nadia Lahrichi (Polytechnique Montréal) et Bernard Gendron. Il travaille sur l'optimisation des stationnements utilisés par les covoitureurs et l'intégration de la gestion du stationnement et du covoiturage).
- **Robin Legault** : étudiant à la maîtrise, à l'Université de Montréal, dirigé par Emma Frejinger, Bernard Gendron et Jean-François Côté. Il travaille sur la simulation stochastique et optimisation combinatoire appliquées aux réseaux de transport - capture de flux de transport.

- **Sameh Grainia** : étudiante au doctorat, à l'Université de Montréal, dirigée par Teodor Crainic et Bernard Gendron. Elle travaille sur la planification opérationnelle d'un réseau de transport adaptatif à la demande via une flotte de véhicules autonomes électriques.
- **Sobhan Mohammadpour** : étudiant à la maîtrise, à l'Université de Montréal, dirigé par Emma Frejinger.

1.5. Activités de recherche

Au total, quatre projets de recherche ont été complétés et 20 sont en cours de réalisation. Une courte description de chaque projet est fournie ci-dessous. La numérotation des projets provient de la *Programmation scientifique* de la Chaire. Un schéma illustrant l'organisation des projets suit la description des projets complétés et en cours.

1.5.1. Projets complétés en 2021

Projet 2.2.7c: Pertinence d'un système de livraison point à point par vélo en milieu urbain pour les petits commerces

Suzanne Pirie, étudiante au doctorat, Polytechnique Montréal, codirigée par Martin Trépanier et Bernard Gendron.

L'objectif principal de cette étude est d'établir une preuve de concept sur la pertinence de l'utilisation des vélos-cargos dans un contexte de livraison point à point, et en particulier les facteurs d'adhésion ou de rejet des commerçants au système de livraison.

Projet 2.2.8b: Véhicules autonomes en logistique urbaine: planification tactique

Ilyas Himmich, stagiaire postdoctoral, dirigée par Teodor Gabriel Crainic et codirigée par Bernard Gendron.

Le travail conçoit le premier cadre intégrant les véhicules autonomes dans un réseau de transport adaptatif à la demande (DAS) et cherche à étudier les avantages de cette combinaison. Le projet aborde en particulier la planification tactique des DAS visant à concevoir et à programmer un ensemble de lignes DAS pour répondre à la demande de transport en utilisant une flotte de véhicules autonomes.

Projet 3.2.1c: Estimation des modèles de choix discrets pour déterminer les préférences des utilisateurs sur le placement des bornes de recharge de véhicules électriques

Mahsa Moghaddass, stagiaire au baccalauréat, Université de Montréal, dirigé par Emma Frejinger et Bernard Gendron.

Ce projet utilise des données historiques sur les choix des personnes en matière de stations de recharge, pour analyser leurs préférences et faire des prédictions contrefactuelles de l'utilisation des futures stations de recharge. Les modèles de prédiction seront utilisés dans un modèle d'optimisation à deux niveaux qui vise à trouver les emplacements optimaux qui répondent à la demande tout en respectant les contraintes budgétaires.

Projet 3.3.3 : Analyse de nouvelles technologies pour le camionnage interurbain

Renaud Girard, stagiaire au baccalauréat, Université de Montréal, dirigé par Normand Mousseau.

L'objectif de ce projet est d'évaluer l'électrification et les moteurs à hydrogène pour le camionnage interurbain au Canada en considérant les aspects techniques, économiques et environnementaux. L'objectif du projet est de comparer ces deux technologies en vue de recommander la meilleure en fonction du contexte régional. **Florian Pedrolí** (IET) et **Thomas Dandres** apportent leur soutien à ce projet.

1.5.2. Projets en cours

Projet 1.1.3 : Mobilité intégrée et dépendances à l'automobile

Jérôme Laviolette, candidat au doctorat, Polytechnique Montréal, codirigé par Catherine Morency, Owen Waygood et Kostandinos G. Goulias.

L'objectif du projet est de comprendre les différentes dépendances à l'automobile dans la région métropolitaine de Montréal et d'évaluer la contribution des offres de mobilité à leur réduction; ceci exige le développement d'algorithmes d'optimisation des déplacements intégrant tous les services disponibles (par exemple, transport en commun et modes partagés), les options personnelles (par exemple, marche, vélo, voiture personnelle) et permettant de comparer les différentes alternatives de trajet à l'aide d'indicateurs d'impacts sociaux, économiques et environnementaux (qualité/confort, temps de parcours, prix, émissions de GES, etc.).

Projet 1.1.4 : Mobilité comme service

Renaud Gignac, stagiaire au baccalauréat, et **Florian Pedroli**, professionnel de recherche, Université de Montréal, dirigés par Normand Mousseau.

L'objectif de ce projet est de documenter les services de mobilité au Québec. Renaud Gignac a effectué une revue de la littérature sur les expériences de services de mobilité en région et Florian Pedroli une synthèse des services de mobilité disponibles au Québec. Enfin, en partenariat avec l'Accélérateur de transition, une analyse des enjeux liés à la mobilité aux Îles de la Madeleine a aussi été produite et deux stratégies ont été proposées pour les surmonter. D'autres ressources seront recrutées pour poursuivre ce projet.

Projet 1.1.7b : Développement des cycles de conduite

Asad Yarahmadi, étudiant au doctorat, Polytechnique Montréal, dirigé par Catherine Morency et Martin Trépanier.

L'objectif de ce projet est de valoriser la méthode automatisée par Frédérique Roy afin de soutenir l'identification d'ensembles optimaux de cycles de conduite pour représenter justement les émissions dans une région métropolitaine en tenant compte de la variabilité des types de segments routiers et des conditions de circulation.

Projet 1.1.8 : "Dial-A-Ride" sur les réseaux routiers avec des temps de déplacement

Bahman Madadkar Bornay, étudiant au doctorat, Polytechnique Montréal, dirigé par Michel Gendreau et Bernard Gendron.

Le projet se concentre sur un "Dial-A-Ride Problem" (DARP) spécifique, en réponse à un problème auquel est confrontée une société de transport opérant dans la province de Québec.

Projet 1.2.2 : Modules pour l'optimisation et l'évaluation des scénarios de transport en commun

Pierre-Léo Bourbonnais, Ph.D., professionnel de recherche, Polytechnique Montréal, codirigé par Catherine Morency et Martin Trépanier.

Ce projet vise à développer des outils de simulation et d'évaluation des scénarios d'offre de transport de personnes multimodal (métro, train, autobus, tramway, funiculaire, téléphérique, voitures partagées, voitures taxis, etc.) afin de déterminer leurs émissions de GES et leurs coûts et bénéfices pour la société. Ce projet est réalisé en collaboration avec l'ARTM, Exo, la STM, Transports Québec, la Ville de Montréal, la RTL, et la STO.

Projet 2.1.1b : Modèle synthétique de déplacement des camions dans le Grand Montréal

François Sarrazin, Ph.D., stagiaire postdoctoral, Université de Montréal, codirigé par Bernard Gendron et Martin Trépanier.

Le transport des marchandises est nécessaire au fonctionnement de bon nombre d'entreprises mais contribue à différentes nuisances. L'objectif de ce projet est de développer un modèle de transport de marchandises par camions intégrant l'ensemble des livraisons d'un territoire afin de proposer des solutions plus efficaces. Il y a un partenariat en développement pour ce projet. Compte tenu de l'ampleur du projet, il est prévu qu'un autre stagiaire postdoctoral succédera à François Sarrazin.

Projet 2.1.2 : Modèles de logistique urbaine pour la livraison de courrier rapide

Ammar Metnani, Ph.D., professionnel de recherche, Université de Montréal, dirigé par Bernard Gendron.

Ce projet, réalisé en collaboration avec **Purolator**, vise à analyser par des modèles mathématiques et des algorithmes de calcul de tournées de véhicules, les meilleures stratégies pour la livraison de courrier rapide en milieu urbain, combinant à la fois l'efficacité économique et la réduction des émissions de GES.

Projet 2.2.7 : Livraison par mode décarboné (vélo-cargo)

Suzanne Pirie, étudiante au doctorat, Polytechnique Montréal, codirigée par Martin Trépanier et Bernard Gendron et avec le support d'**Amaury Philippe**, professionnel de recherche, Polytechnique Montréal, dirigé par Martin Trépanier, Bernard Gendron et Walter Rei.

Cette série de projets vise à explorer les potentiels de réduction d'émissions de GES de différents critères influençant l'utilisation des réseaux pour le transport de marchandises en milieu urbain :

- **Projet 2.2.7a : Localisation des centres de distribution et des satellites.** **François Sarrazin, Ph.D.**, stagiaire postdoctoral, Université de Montréal, codirigé par Bernard Gendron et Martin Trépanier. Modèle d'optimisation pour déterminer les meilleures stratégies de livraison du dernier kilomètre, notamment en utilisant des petits camions et des vélo-cargos.

- **Projet 2.2.7b : Évaluation de la performance d'un système de livraison par vélo-cargo l'hiver.** **Suzanne Pirie**, étudiante au doctorat, Polytechnique Montréal, codirigée par Martin Trépanier et Bernard Gendron. L'objectif de cette étude est de considérer un cas d'étude situé à Montréal, sur la période hivernale et de traiter des deux sous-objectifs identifiés.
 - i. Mesurer la performance du système de livraison par vélo-cargo sur la saison hivernale, avec un comparatif avec les autres saisons.
 - ii. Identifier les lieux où des microcentres éphémères devraient être placés pour faciliter la livraison l'hiver par vélo-cargo.

- **Projet 2.2.7d : Méthode d'évaluation du potentiel d'implantation d'un système de livraison décarboné.** **Suzanne Pirie**, étudiante au doctorat, Polytechnique Montréal, dirigée par Martin Trépanier et Bernard Gendron. L'objectif pour cette contribution est de développer une méthode qui permet d'évaluer le potentiel d'implantation des méthodes de livraisons décarbonées dans les villes (cyclologistique, casiers de livraisons par exemple). Ce projet est basé sur le même principe que l'indice de marchabilité (walkability index) développé pour les villes en partant des caractéristiques des quartiers, l'objectif serait de développer une méthode d'évaluation du potentiel de présence de livraisons faites avec des méthodes décarbonées.

Projet 2.2.8a: Véhicules autonomes en logistique urbaine : planification opérationnelle des réseaux de transport

Sameh Grainia, étudiante au doctorat, dirigé par Bernard Gendron et Teodor Gabriel Crainic.

L'objectif de ce projet est de développer une méthodologie pour la planification opérationnelle d'un système de transport public adaptatifs à la demande (DAS) opéré par une flotte de véhicules autonomes (VAs) hétérogènes à capacité limitée, en déterminant les itinéraires les plus économiques des VAs et leurs horaires, ainsi l'ensemble de demandes à desservir, leurs acheminements et horaires, le plus rentable.

Projet 3.1.1b : Simulation stochastique et optimisation combinatoire appliquées aux réseaux de transport - capture de flux de transport

Robin Legault, étudiant à la maîtrise, Université de Montréal, dirigé par Emma Frejinger, Bernard Gendron et Jean-François Côté.

Ce projet est lié au projet 3.1.1b, développé par Leonard Ryo Morin, qui consistait à développer des modèles d'optimisation permettant à un gestionnaire de réseau de transport de considérer dans son processus de planification les préférences d'utilisateurs hétérogènes.

Projet 3.1.3b: Estimation du temps de déplacement du réseau

Sobhan Mohammadpour, étudiant à la maîtrise, dirigé par Emma Frejinger.

Ce projet propose une fonction de perte sur les données agrégées pour les modèles de choix et un algorithme itératif qui estime simultanément les temps de trajet et les paramètres d'un modèle de choix sur cette fonction de perte.

Projet 3.1.4a : Optimisation de l'appariement des covoitureurs

Gabriel Homsy, étudiant au doctorat, Université de Montréal, dirigé par Bernard Gendron, Sanjay Dominik Jena (Université du Québec à Montréal) et Ivan Contreras (Université Concordia).

L'objectif de ce projet est de réduire les émissions des véhicules en étudiant les problèmes de covoiturage avec des usagers stochastiques. Pour cela, des outils de recherche opérationnelle sont utilisés pour modéliser et optimiser les opérations dans les domaines du covoiturage et de la capture et séquestration du carbone.

Projet 3.1.4b : Optimisation des stationnements utilisés par les covoitureurs

Ngoc-Dai Nguyen, étudiant au doctorat, Université de Montréal, dirigé par Bernard Gendron et Nadia Lahrichi (Polytechnique Montréal).

L'objectif de ce projet est d'étudier comment encourager les navetteurs à participer à des programmes de covoiturage en utilisant des facteurs liés au stationnement comme incitations. Cela devrait permettre de maximiser les revenus du stationnement et les avantages non financiers (distance totale économisée, par exemple) des trajets partagés.

Projet 3.2.1b : Évaluation des impacts des scénarios de télétravail sur les émissions de GES

Hubert Verreault, Ph.D., professionnel de recherche, Polytechnique Montréal, dirigé par Catherine Morency.

L'objectif de ce projet est d'évaluer les impacts des différents scénarios sur les émissions de GES notamment : télétravail, choix du lieu de résidence, allocation des enfants aux écoles, composition du parc de véhicules, etc.

Projet 3.3.1b : Scénarios futurs d'évolution du parc de véhicules

Amaury Philippe, Ph.D., professionnel de recherche, Polytechnique Montréal, dirigé par Normand Mousseau, Martin Trépanier et Emma Frejinger.

Ce projet développe des scénarios d'évolution du parc de véhicules en réponse à différents critères : coûts d'achat et d'opération des véhicules, émissions de GES et de polluants, offre et demande en transport, etc.

Projet 3.3.2a : Analyse prospective du cycle de vie de scénarios de parc de véhicules, pour le transport de personnes et de marchandises

Thomas Dandres, professionnel de la recherche, Polytechnique Montréal, dirigé par Bernard Gendron.

Le secteur du transport est le principal émetteur de GES du Québec. L'évaluation des politiques visant ce secteur nécessite l'utilisation de méthodes et de données suffisamment robustes et précises pour permettre la comparaison de différentes politiques avec la situation actuelle. L'objectif de ce projet est de développer une méthode d'évaluation des flottes de véhicules.

Projet 3.3.2c : Évaluation du débalancement entre les émissions de CO₂

Méridith Lacombe, stagiaire de recherche, Polytechnique Montréal, dirigée par Catherine Morency.

L'objectif de ce projet est d'évaluer le débalancement entre les émissions de CO₂ résultant des déplacements quotidiens (en automobile conducteur) et le taux de séquestration de CO₂ des arbres urbains.

Projet 3.3.2d : Développement d'une typologie du covoiturage familial et de scénarios de covoiturage

Nazmul Arefin Khan, Ph.D., Polytechnique Montréal, dirigé par Catherine Morency.

L'objectif du projet est de définir et de modéliser les différents types de covoiturage familial à l'aide des enquêtes origine-destination (OD) et formulation de scénarios.

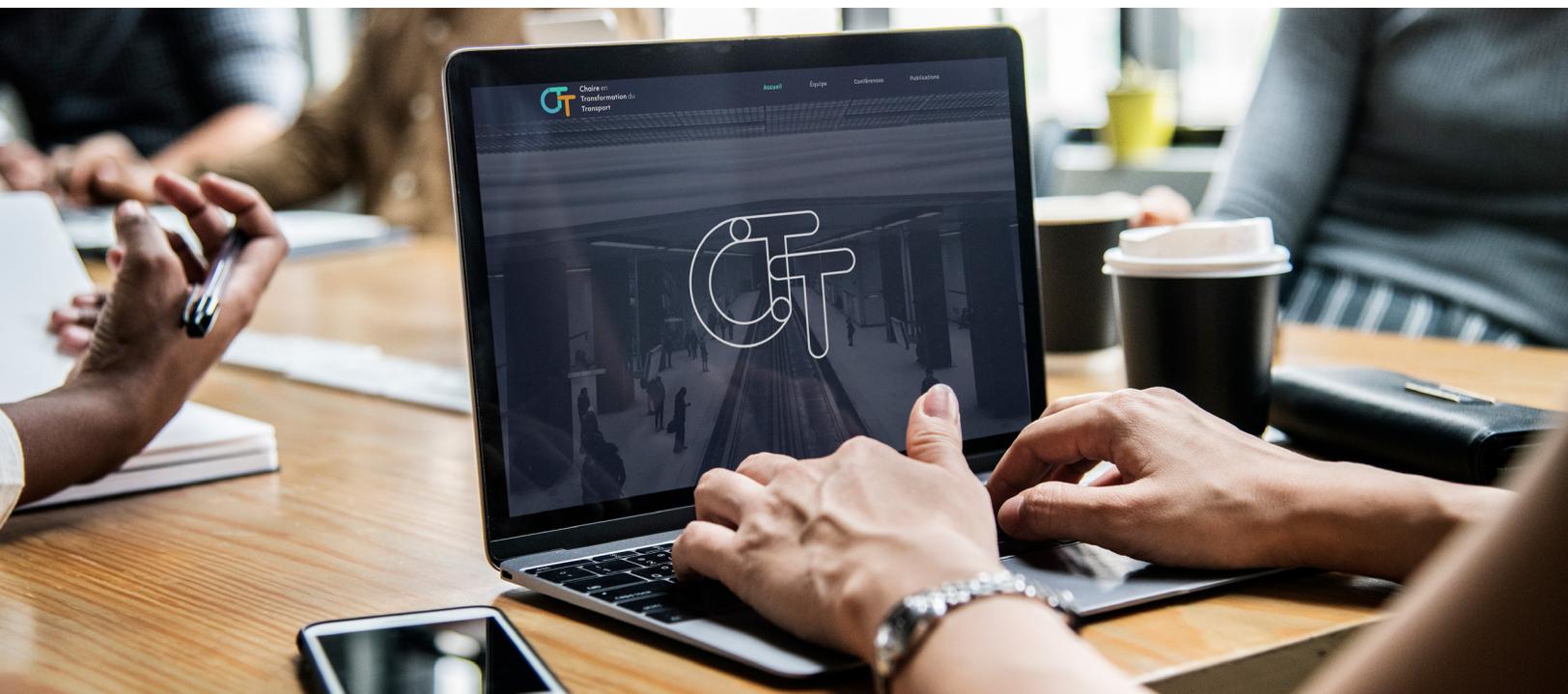
1.6. Achat de matériel

En 2021, trois ordinateurs ont été achetés afin de réaliser les travaux de la chaire impliquant des algorithmes avancés de science des données, de simulation et d'optimisation.

2. Principales activités de diffusion

2.1. Activités de communication

Après sa création, [le site web de la Chaire](#) est constamment mis à jour, contenant toutes les informations sur les événements et les publications de l'équipe de recherche.



2.2. Publication d'articles dans des revues scientifiques (révision par des pairs)

La Chaire a publié 12 articles dans des revues scientifiques avec comité de lecture, dont quatre dans une revue avec un score d'impact supérieur à cinq. Les références, les résumés et les mots clefs des articles sont fournis ci-après.

Bourbonnais P.L., Morency C., Trépanier M., Martel-Poliquin É. (2021).

Transit network design using a genetic algorithm with integrated road network and disaggregated O-D demand data, *Transportation*, 48 (1), 95-130.

Abstract: Evolutionary algorithms have been used extensively over the past 2 decades to provide solutions to the Transit Network Design Problem and the Transit Network and Frequencies Setting Problem. Genetic algorithms in particular have been used to solve the multi-objective problem of minimizing transit users' and operational costs. By finding better routes geometry and frequencies, evolutionary algorithms proposed more efficient networks in a timely manner. However, to the knowledge of the authors, no experimentation included precise and complete pedestrian network data for access, egress and transfer routing. Moreover, the accuracy and representativeness of the transit demand data (Origin Destination matrices) are usually generated from fictitious data or survey data with very low coverage and/or representativity. In this paper, experiments conducted with three medium-sized cities in Quebec demonstrate that performing genetic algorithm optimizations using precise local road network data and representative public transit demand data can generate plausible scenarios that are between 10 and 20% more efficient than existing networks, using the same parameters and similar fleet sizes.

Cheng Z., Trépanier M., Sun L. (2021).

Incorporating travel behavior regularity into passenger flow forecasting, *Transportation Research Part C: emerging technologies*, 128, 103200.

Abstract: Accurate forecasting of passenger flow (i.e., ridership) is critical to the operation of urban metro systems. Previous studies mainly model passenger flow as time series by aggregating individual trips and then perform forecasting based on the values in the past several steps. However, this approach essentially overlooks the fact that passenger flow consists of trips from each individual traveler. For example, a traveler's work trip in the morning can help predict his/her home trip in the evening, while this causal structure cannot be explicitly encoded in standard time series models. In this paper, we propose a new forecasting framework for boarding flow by incorporating the generative mechanism into standard time series models and leveraging the strong regularity rooted in travel behavior. In doing so, we introduce returning flow from previous alighting trips as a new covariate, which captures the causal structure and long-range dependencies in passenger flow data based on travel behavior. We develop the return probability parallelogram (RPP) to summarize the causal relationships and estimate the return flow. The proposed framework is evaluated using real-world passenger flow data, and the results confirm that the returning flow—a single covariate—can substantially and consistently improve various forecasting tasks, including one-step ahead forecasting, multi-step ahead forecasting, and forecasting under special events. And the proposed method is more effective for business-type stations with most passengers come and return within the same day. This study can be extended to other modes of transport, and it also sheds new light on general demand time series forecasting problems, in which causal structure and long-range dependencies are generated by the user behavior.

Cheng Z., Trépanier M., Sun L. (2021).

Probabilistic model for destination inference and travel pattern mining from smart card data, *Transportation*, 48(4), 2035-53.

Abstract: Inferring trip destination in smart card data with only tap-in control is an important application. Most existing methods estimate trip destinations based on the continuity of trip chains, while the destinations of isolated/unlinked trips cannot be properly handled. We address this problem with a probabilistic topic model. A three-dimensional latent dirichlet allocation model is developed to extract latent topics of departure time, origin, and destination among the population; each passenger's travel behavior is characterized by a latent topic distribution defined on a three-dimensional simplex. Given the origin station and departure time, the most likely destination can be obtained by statistical inference. Furthermore, we propose to represent stations by their rank of visiting frequency, which transforms divergent spatial patterns into similar behavioral regularities. The proposed destination estimation framework is tested on Guangzhou Metro smart card data, in which the ground-truth is available. Compared with benchmark models, the topic model not only shows increased accuracy but also captures essential latent patterns in passengers' travel behavior. The proposed topic model can be used to infer the destination of unlinked trips, analyze travel patterns, and passenger clustering.

Deschaintres E., Morency C., Trépanier M. (2021).

Measuring Changes in Multimodal Travel Behavior Resulting from Transport Supply Improvement, *Transportation Research Record*, 2675(9), 533-46.

Abstract: Despite the desired transition toward sustainable and multimodal mobility, few tools have been developed either to quantify mode use diversity or to assess the effects of transportation system enhancements on multimodal travel behaviors. This paper attempts to fill this gap by proposing a

methodology to appraise the causal impact of transport supply improvement on the evolution of multimodality levels between 2013 and 2018 in Montreal (Quebec, Canada). First, the participants of two household travel surveys were clustered into types of people (PeTys) to overcome the cross-sectional nature of the data. This allowed changes in travel behavior per type over a five-year period to be evaluated. A variant of the Dalton index was then applied on a series of aggregated (weighted) intensities of use of several modes to measure multimodality. Various sensitivity analyses were carried out to determine the parameters of this indicator (sensitivity to the least used modes, intensity metric, and mode independency). Finally, a difference-in-differences causal inference approach was explored to model the influence of the improvement of three alternative transport services (transit, bikesharing, and station-based carsharing) on the evolution of modal variability by type of people. The results revealed that, after controlling for different socio-demographic and spatial attributes, increasing transport supply had a significant and positive impact on multimodality. This outcome is therefore good news for the mobility of the future as alternative modes of transport emerge. Mobility as a Service (MaaS) and multimodality (or intermodality) are increasingly fashionable concepts in urban transport research. They are generally presented as essential in the move toward more sustainable mobility, even more now that alternatives to the exclusive use of a private car are emerging. Consequently, many projects focus on the development of technologies (such as mobile applications) to integrate several transportation modes. However, there is a lack of knowledge about multimodal behaviors among travelers, their associated attributes, and motivations. Few tools have been proposed to quantify and explain mode use variability. It, therefore, remains difficult for practitioners to measure the impacts of strategies implemented to promote a more diversified mobility. This paper aims at assessing the influence transport supply may have on the multimodality level of travel behaviors over a five-year period. This required first defining an indicator to summarize the intensities of use of several modes of transport. This indicator was calculated by type of people (aggregated by socio-demographic and spatial attributes) using the last two (2013 and 2018) Montreal household surveys. The evolution by type of people between the two surveys was then cross-analyzed with changes in transport supply. To this end, a difference-in-differences approach that allows causal inference was applied. As a result, this paper provides a means to guide interventions to increase multimodality. This paper is organized as follows. First, some former studies into analyzing and quantifying multimodal mobility, as well as factors affecting multimodal travel behavior, are reviewed. The household surveys used in this paper are then described, and some methodological elements are exposed. The results are reported in three parts: the typology of people is presented; a multimodality indicator is then applied by type; and the causal effect of transport supply on the evolution of multimodality between 2013 and 2018 is modeled. Finally, the paper is concluded and the discussion feeds into the programming of future work.

Dumouchelle J., Frejinger E., Lodi A. (2021).

Can Machine Learning Help in Solving Cargo Capacity Management Booking Control Problems? arXiv:2102.00092.

Abstract: Revenue management is important for carriers (e.g., airlines and railroads). In this paper, we focus on cargo capacity management, which has received less attention in the literature than its passenger counterpart. More precisely, we focus on the problem of controlling booking accept/reject decisions: Given a limited capacity, accept a booking request or reject it to reserve capacity for future bookings with potentially higher revenue. We formulate the problem as a finite-horizon stochastic dynamic program. The cost of fulfilling the accepted bookings, incurred at the end of the horizon, depends on the packing and routing of the cargo. This is a computationally challenging aspect as the latter are solutions to an operational decision-making problem, in our application a vehicle routing problem (VRP). Seeking a balance between online and offline computation, we propose to train a predictor of the solution costs to the VRPs using supervised learning. In turn, we use the predictions online in approximate dynamic programming and reinforcement learning algorithms to solve the booking control problem. We compare the results to an existing approach in the literature and show that we are able to obtain control

policies that provide increased profit at a reduced evaluation time. This is achieved thanks to accurate approximation of the operational costs and negligible computing time in comparison to solving the VRPs.

Laviolette J., Morency C., Waygood, OD., Goulias KG (2021).

Car Ownership and the Built Environment: A Spatial Modeling Approach.
Transportation Research Record, 2676(3):125-141

Abstract: Car ownership is linked to higher car use, which leads to important environmental, social and health consequences. As car ownership keeps increasing in most countries, it remains relevant to examine what factors and policies can help contain this growth. This paper uses an advanced spatial econometric modeling framework to investigate spatial dependences in household car ownership rates measured at fine geographical scales using administrative data of registered vehicles and census data of household counts for the Island of Montreal, Canada. The use of a finer level of spatial resolution allows for the use of more explanatory variables than previous aggregate models of car ownership. Theoretical considerations and formal testing suggested the choice of the Spatial Durbin Error Model (SDEM) as an appropriate modeling option. The final model specification includes sociodemographic and built environment variables supported by theory and achieves a Nagelkerke pseudo-R² of 0.93. Despite the inclusion of those variables the spatial linear models with and without lagged explanatory variables still exhibit residual spatial dependence. This indicates the presence of unobserved autocorrelated factors influencing car ownership rates. Model results indicate that sociodemographic variables explain much of the variance, but that built environment characteristics, including transit level of service and local commercial accessibility (e.g., to grocery stores) are strongly and negatively associated with neighborhood car ownership rates. Comparison of estimates between the SDEM and a non-spatial model indicates that failing to control for spatial dependence leads to an overestimation of the strength of the direct influence of built environment variables.

Lefebvre-Ropars G., Morency C., Negron-Poblete P. (2021).

A needs-gap analysis of street space allocation.
Journal of transport and land use, 14(1), 151-70.

Abstract: Streets have long been designed to maximize motor vehicle throughput, ignoring other street users. Many cities are now reversing this trend and implementing policies to design more equitable streets. However, few existing tools and metrics enable widescale assessment, evaluation, and longitudinal tracking of these street space rebalancing efforts, i.e., assessing how equitable the current street design is, how it can be improved, and how much progress has been made. This paper develops a needs-gap methodology for assessing the discrepancy between transportation supply and demand in urban streets using existing datasets and automated methods. The share of street space allocated to different street users is measured in 11 boroughs of Montréal, Canada. Travel survey data is used to estimate the observed and potential travel demand in each borough in the AM peak period. A needs-gap analysis is then carried out. It is found that bus riders and cyclists face the greatest needs-gap across the study area, especially in central boroughs. The needs-gap also increases if only trips produced or attracted by a borough are considered. This shows the potential of applying an equity-based framework to the automated assessment of street space allocation in cities using large datasets.

Mageau-Béland J., Morency C. (2021).

Assessing Physical Activity Achievement by using Transit, *Transportation Research Record*, 2675 (8), 506-14.

Abstract: Sedentary lifestyle is an important public health issue. To prevent this problem, major health organizations promote the inclusion of physical activity in daily life. Active modes are therefore a well-known way of achieving the health recommendations but walking to transit has also been studied recently. The goal of this study is to assess the level of physical activity achieved by using transit, to verify its contribution in reaching the recommendations. The paper aims to assess the energy expenditure associated with transit use by analyzing the related Metabolic Equivalent of Task. This allows us to express trips as physical activity expenditures and to integrate them in the daily pool of physical activities. For this study, only the main variables affecting the intensity of physical activity are considered. These are the walking time and slope encountered during the walking portion of transit trips. This estimation allows us to estimate the level of physical activity reached by transit users and assess the potential physical activity drivers could achieve if they switched to transit. Finally, the method is also applied to a current transportation issue in Montreal. Results show that transit users living in the Montreal area can achieve 54% of their recommended daily physical activity just by using transit. Current users of motorized modes, if they were to change to transit for their daily travels, could achieve 85% of the recommended daily physical activity. Sedentary lifestyle is an important public health issue. To prevent this problem, major health organizations, namely the World Health Organization and U.S. Department of Health and Human Services, promote the inclusion of physical activity in daily life. They suggest accomplishing 150 min of moderate physical activity weekly, or in other words, 30 min of activity five times a week. This physical activity can be part of leisure activities, but also productive ones such as walking for transportation. Active modes are therefore a well-known way of achieving the health recommendations but walking to transit has also been studied recently. Therefore, the goal of this study is to assess the physical activity level accomplished by using transit to verify the contribution of this mode to public and personal health. A literature review is first conducted to understand the issues of sedentary lifestyle and the contribution of transit for health. The method to assess physical activity in a public transportation context is also explored using the 2013 Montreal Origin-Destination Survey and elevation information for the transit stops and activity locations. The walking distances are calculated using a platform named Transition (1) and the slopes are derived using estimated paths and elevations. An estimation of the walking distances inside the metro and train stations is also performed. The application of this method using data from the Montreal area leads to an overview of the level of physical activity for the transit users and estimation of the potential level of physical activity for non-transit users under a transfer to transit assumption. Finally, a possible application of the method is also exposed on a current transportation issue in Montreal and some perspectives are proposed.

Roblot M., Boisjoly G., Ciari F., Trépanier M. (2021).

Participation in Shared Mobility: An Analysis of the Influence of Walking and Public Transport Accessibility to Vehicles on Carsharing Membership in Montreal, Canada, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2675 (12), 1160-71.

Abstract: In the context of sustainable mobility policies, carsharing services have gained importance as an alternative to personal vehicles. In an effort to increase the adherence to and use of such services, several studies have explored the key factors that determine use and membership. Although the ease with which individuals can access shared vehicles appears to be a central determinant, few studies have specifically investigated how to measure station and vehicle accessibility. To fill this gap, this study seeks to systematically assess and compare the contribution of different accessibility indicators to modeling carsharing membership rate, using 2016 data from the Montreal carsharing company Communauto and from the Canadian census. Three indicators of accessibility to in-station vehicles are generated: walking only, public transport only, and multimodal accessibility (walking and public transport), considering

a variety of travel time thresholds and cost functions. A linear regression model is then generated to assess the contribution of the different indicators to modeling membership rates, while controlling for socio-economic and commuting characteristics. The results show that walking accessibility, within 20 minutes, and public transport accessibility, within 40 minutes, are both key determinants of membership rate and in a complementary manner. The influence of public transport accessibility is positive and highest when walking accessibility is low. The results also demonstrate that the use of a cumulative or weighted-opportunity indicator is equally sound from an empirical perspective. The study is of relevance to researchers and planners wishing to better understand and model the influence of vehicle accessibility.

Roy F., Morency C. (2021).

Comparing Driving Cycle Development Methods Based on Markov Chains.
Transportation Research Record, 2675 (3), 212-21.

Abstract: The transportation sector is a major contributor to greenhouse gas (GHG) emissions, accounting for 14% of global emissions in 2010 according to the United States Environmental Protection Agency. In Quebec, this share amounts to 43%, of which 80% is caused by road transport according to the Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques of Québec. It is therefore essential to support the actions taken to reduce GHGs emissions from this sector and to quantify the impact of these actions. To do so, accurate and reliable emission models are needed. Driving cycles are defined as speed profiles over time and they are a key element of emission models. They represent driving behaviors specific to various road types in each region. The most widely used method to construct driving cycles is based on Markov chains and consists of concatenating small sections of speed profiles, called microtrips, following a transition matrix. Two of the main steps involved in the development of driving cycles are microtrip segmentation and microtrip classification. In this study, several combinations of segmentation and clustering methods are compared to generate the most reliable driving cycle. Results show that segmentation of microtrips with a fixed distance of 250 m and clustering of the microtrips by applying a principal component analysis on many key parameters related to their speed and acceleration provide the most accurate driving cycles. Climate change has become a global concern and its impacts are well known: rising sea levels, extreme weather conditions, mass extinction, and so forth. Because of the urgent need to address this problem effectively, it is necessary to promote measures that cost the least to implement while having the greatest impact. For example, in Quebec in 2016, 43% of greenhouse gas (GHG) emissions causing global warming came from the transportation sector (2). Therefore, GHG reduction measures targeting this sector have the potential to have a significant impact. To accurately measure these impacts, it is necessary to have tools such as driving cycles to measure GHG emissions and the fuel consumption of motorized vehicles. Driving cycles are speed profiles over time that represent driving behaviors and they are a key element in modeling emissions precisely. The objective of this study is to evaluate the sensitivity of the driving cycles to variations in the construction process focusing on microtrip definitions and clustering methods using a Markov-chains approach to identify the best method. The paper is structured as follows. First, a synthesis of practices for developing driving cycles is provided. This is followed by the presentation of the selected methods to develop driving cycles. Then, the methodology used to compare the driving cycles outputted from the various methods is detailed. The performance of the different methods is then presented and discussed. Contributions, limitations, and perspectives conclude the paper.

Xudong W., Cheng Z., Sun L., Trépanier M. (2021).

Modeling bike-sharing demand using a regression model with spatially varying coefficients, *Journal of Transport Geography*, vol. 93, 103059, 2021.

Abstract: As an emerging mobility service, bike-sharing has become increasingly popular around the world. A critical question in planning and designing bike-sharing services is to know how different factors, such as land-use and built environment, affect bike-sharing demand. Most research investigated this problem from a holistic view using regression models, where assume the factor coefficients are spatially homogeneous. However, ignoring the local spatial effects of different factors is not tally with facts. Therefore, we develop a regression model with spatially varying coefficients to investigate how land use, social-demographic, and transportation infrastructure affect the bike-sharing demand at different stations to address this problem. Unlike existing geographically weighted models, we define station-specific regression and use a graph structure to encourage nearby stations to have similar coefficients. Using the bike-sharing data from the BIXI service in Montreal, we showcase the spatially varying patterns in the regression coefficients and highlight more sensitive areas to the marginal change of a specific factor. The proposed model also exhibits superior out-of-sample prediction power compared with traditional machine learning models and geostatistical models.

Zimmermann M., Frejinger E., Marcotte P. (2021).

A strategic markovian traffic equilibrium model for capacitated networks, *Transportation Science*, 55(3), 574-591.

Abstract: In the realm of traffic assignment over a network involving rigid arc capacities, the aim of the present work is to generalize the model of Marcotte, Nguyen, and Schoeb [Marcotte P, Nguyen S, Schoeb A strategic flow model of traffic assignment in static capacitated networks. by casting it within a stochastic user equilibrium framework. The strength of the proposed model is to incorporate two sources of stochasticity stemming, respectively, from the users' imperfect knowledge regarding arc costs (represented by a discrete choice model) and the probability of not accessing saturated arcs. Moreover, the arc-based formulation extends the Markovian traffic equilibrium model of Baillon and Cominetti (2008) through the explicit consideration of capacities. This paper is restricted to the case of acyclic networks, for which we present solution algorithms and numerical experiments.

2.3. Autres publications

La Chaire a réalisé dix autres publications, dont trois chapitres, un article et six rapports.

1. **Crainic T.G., Gendreau M., Gendron B. (2021).** A Book about Network Design. In: Crainic T.G., Gendreau M., Gendron B. (eds) *Network Design with Applications to Transportation and Logistics*. Springer, Cham, p. 1-11. [Lire la publication](#)
2. **Crainic T.G., Gendreau M., Gendron B. (2021).** Fixed-charge network design problems. In: Crainic T.G., Gendreau M., Gendron B. (eds) *Network Design with Applications to Transportation and Logistics*. Springer, Cham, p. 15-28. [Lire la publication](#)
3. **Crainic T.G., Gendron B. (2021).** Exact methods for fixed-charge network design. In: Crainic T.G., Gendreau M., Gendron B. (eds) *Network Design with Applications to Transportation and Logistics*. Springer, Cham, p. 29-89. [Lire la publication](#)
4. **Crainic T.G., Gendron B., Akhavan Kazemzadeh M.R. (2021).** A Taxonomy of Multilayer Network Design and a Survey of Transportation and Telecommunication Applications, CIRRELT, CIRRELT-2021-37, 35 p. [Lire la publication](#)

5. **Disson B., Trépanier M., Morency C.** (2021). Public Transit Transfer Analysis from Smart Card Data. CIRRELT, CIRRELT-2021-06, 17 p. [Lire la publication](#)
6. **Frangioni A., Gendron B.** (2021). Piecewise linear cost network design. In: Crainic T.G., Gendreau M., Gendron B. (eds) Network Design with Applications to Transportation and Logistics. Springer, Cham, p. 165-85. [Lire la publication](#)
7. **Fricker C., Mohamed H., Popescu T., Trépanier M.** (2021). Stochastic Modelling of Free-Floating Car-Sharing Systems, CIRRELT, CIRRELT-2021-07, 40 p. [Lire la publication](#)
8. **Morency C., Milord B., Bourdeau J.-S.** (2021). Les camions légers: facteurs ayant contribué à la transformation du parc de véhicules légers, Polytechnique Montréal, Rapport final, volet 2, 117 p. [Lire la publication](#)
9. **Pirie S., Trépanier M., Gendron B.** (2021).). Characterization of a COVID-Fired Urban Bike Delivery System. CIRRELT, CIRRELT-2021-02, 23 p. [Lire la publication](#)
10. **Vaezi Z., Trépanier M.** (2021). Comparing clustering methods in recognising of temporal travel pattern of public transport users, CIRRELT, CIRRELT-2021-40, 22 p. [Lire la publication](#)

2.4. Participations à des conférences

Le confinement imposé par les gouvernements a provoqué l'annulation de plusieurs conférences internationales en 2021. Certaines d'entre elles ont été toutefois maintenues via la participation en ligne. Les chercheurs et les étudiants de la Chaire ont effectué 21 présentations dans des conférences scientifiques.

1. **Agard B., Decouvelaere R., Trépanier M.** (2021). Segmentation spatiotemporelle modulée des usagers de cartes à puce. 3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021. (Présentation orale).
2. **Bourbonnais P.L.** (2021). Valorisation des données de transport collectif. 3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021. (Présentation orale).
3. **Bourdeau J.-S.** (2021). Politiques des transports et d'aménagement. 3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021. (Présentation orale).
4. **Deschaintres É.** (2021). Développement d'une méthode de fusion de données entre une enquête de déplacements quinquennale et des flux de données passifs : vers un suivi longitudinal de la mobilité. 3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021. (Présentation orale).
5. **Deschaintres É., Morency C., Trépanier M.** (2021). Measuring Changes in Multimodal Travel Behavior: What Is the Effect of Transport Supply Improvement? 100th Annual Meeting of the Transportation Research Board, TRBAM-21-03442, 21-29 janvier, 2021. (Affiche).
6. **Disson B., Trépanier M., Morency C.** (2021). Analyse du recours aux correspondances dans un réseau de transport en commun à l'aide des données de cartes à puce. 3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021.
7. **Garnier C., Trépanier M., Morency C.** (2021). Comment répondre à la croissance de la demande en matière de transport adapté ? 3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021. (Présentation orale).
8. **Garnier C., Trépanier M., Morency C.** (2021). Criteria to Transfer Paratransit Trips into a Transit Network, 100th Annual Meeting of the Transportation Research Board, TRBAM-21-00654, 21-29 janvier, 2021. (Affiche).

9. **Laviolette J.** (2021). Dépendance à l'auto : le défi des changements de comportement. *Forum de l'action climatique*. Fondation David Suzuki, Montréal, 25 au 28 janvier 2021. (Présentation orale).
10. **Laviolette J.** (2021). Dépendance à l'auto : enjeux, défis, solutions et rôles des jeunes. *Conférence Collège Ahuntsic*, 2 mai 2021. (Présentation orale).
11. **Laviolette J.** (2021). Possession automobile et accès des ménages aux ressources de mobilité et aux services de proximité, quelles distances considérer ? *3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité*. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021. (Présentation orale).
12. **Mehri B., Trépanier M., Goussard Y.** (2021). Analyse des tweets pour caractériser les incidents dans un réseau de métro. *3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité*. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021.
13. **Morency C., Morissette J., Trépanier M.** (2021). Comment estimer le potentiel de diminution de la possession automobile découlant de l'utilisation de l'autopartage basé-station? *3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité*. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021. (Présentation orale).
14. **Morissette J., Trépanier M., Morency C.** (2021). Comment estimer le potentiel de diminution de la possession automobile découlant de l'utilisation de l'autopartage basé-station? *3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité*. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021.
15. **Pirie S., Trépanier M., Gendron B.** (2021). Caractérisation d'un service de livraison par cargo-vélo établi pendant la pandémie de Covid-19. *3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité*. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021.
16. **Roblot M., Boisjoly G., Ciari F., Trépanier M.** (2021). Adhesion to Shared Mobility: An Analysis of the Influence of Walking and Public Transport Accessibility to Vehicles on Carsharing Membership in Montreal, Canada, *100th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, TRBAM-21-01412, 21-29 janvier, 2021.
17. **Sarrazin F., Gendron B., Trépanier M.** (2021). Les défis de l'application du modèle FRETURB à la grande région de Montréal. *3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité*. Marne-la-Vallée, France.
18. **Sarrazin F., Gendron B., Trépanier M.** (2021). Optimizing transportation operations in the Montreal area, *2021 CORS Annual Conference*.
19. **Tariq S., Ben Ali M., Trépanier M.** (2021). Étude sur le potentiel de mutualisation logistique dans la grande région de Montréal, *CIGI-Qualita 2021*, France, 5 au 7 mai 2021.
20. **Trépanier M.** (2021). Les véhicules autonomes : quels cas d'usage ? *3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité*. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021. (Présentation orale).
21. **Verreault H.** (2021). Défis et méthodologie d'actualisation et d'intégration d'échantillons multiples d'enquêtes sur la mobilité. *3èmes Rencontres Francophones Transport Mobilité*. Marne-la-Vallée, France, 2 au 4 juin 2021. (Présentation orale).



3. Partenariats effectués

En 2021, la Chaire a continué et renforcé ses partenariats avec ARTM, CargoM, CIRRELT, CoopCarbone, Exo, Institut de l'énergie Trottier, IVADO, et Transports Québec.

Des démarches avec la SAAQ, en collaboration avec Transports Québec, ont permis l'accès aux données sur les inventaires de véhicules, les transactions d'achat et les vérifications mécaniques. Les démarches avec Transport Canada, Jalon Montréal et le Port de Montréal ont permis l'obtention de données sur les traces GPS des camions (ATRI) dans le cadre de l'étude sur le mouvement de camions au Port de Montréal. Aussi, grâce à Jalon, nous avons obtenus des données de livraison d'Envoi Montréal.

Partenaires de la Chaire :



III. Indicateurs de performance

1. Nombre de projets de recherche 23

En cours	20
Terminés	3
Réalisés en collaboration avec :	
Les entreprises	2
Les université	2
Les collèges	0
D'autres secteurs d'activité	1
Réalisés en collaboration :	
Québécoise	4
Canadienne (hors Québec)	2
Internationale	0
Réalisés en collaboration intersectorielle	0

2. Nombre de chercheurs participants à la chaire 12

Collégial	0
Universitaire	12

3. Nombre d'étudiants participants à la chaire 17

Stagiaire	3
Maîtrise	4
Doctorat	6
Post-doctorat	4

4. Nombre d'étudiants financés par la chaire 17

Stagiaire	3
Maîtrise	4
Doctorat	6
Post-doctorat	4

5. Activités de transfert (événements organisés) 3

Symposium annuel	1
Nombre de participants	40
Ateliers thématiques	-
Nombre d'ateliers	2
Nombre de participants	50
Conférences au Québec	-
Nombre de conférences	NA
Nombre de participants	NA
Nature des participants (chercheurs, étudiants, autres)	NA
Provenance des participants	NA

6. Nombre de publications scientifiques 22

Avec comité de lecture	12
Sans comité de lecture	10
Autres (thèses de doctorat et mémoires de maîtrise)	0

7. Nombre de publications scientifiques avec un facteur d'impact >5 4

8. Nombre de communications scientifiques réalisées 21

Par les chercheurs	11
Par les étudiants	10

9. Effet de levier du financement du gouvernement du Québec 0



IV. Bilan des activités de recherche et de liaison

Un bilan des activités de recherche est disponible en ligne en cliquant sur le lien ci-dessous :



Télécharger le bilan des activités



V. Budget détaillé

Dépenses

1er janvier
au 31 décembre 2021

Salaires, traitements et avantages sociaux **393 592,45 \$**

Bourses étudiants **94 583,30 \$**

Matériel, consommables et fournitures **813,06 \$**

Location d'équipements **6 434,04 \$**

Frais d'exploitation de la propriété intellectuelle **- \$**

Frais de sous-traitance (honoraires professionnels) **2 138,73 \$**

Frais déplacement et séjour **113,55 \$**

Frais diffusion des connaissances **- \$**

Sous-total des coûts directs **497 675,13 \$**

Frais indirects (27%) **133 794,96 \$**

- Polytechnique Montréal

59 135,95 \$

- Université de Montréal

74 658,88 \$

Note : Les frais indirects (27%) sont calculés sur les salaires, traitements et avantages sociaux, bourses étudiants, matériel, consommables et fournitures et location d'équipements.

Total des dépenses

631 469,96 \$