

Rapport annuel 2020

Chaire en transformation du transport

31 janvier 2021

Université 
de Montréal



POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL



Chaire en
Transformation du
Transport

Mot du titulaire de la Chaire

En 2020, la pandémie de la COVID-19 a affecté nos vies d'une manière sans précédent, dévoilant de nouvelles façons d'interagir et de travailler ensemble en tant que société et mettant à l'épreuve notre résilience. Au cours de cette année, nous avons été invités à réévaluer notre comportement au quotidien, tout en nous épanouissant dans des scénarios changeants.

Dans le contexte d'une flexibilité accrue du travail, l'année 2020 a été marquée par des changements importants dans les systèmes de transport de personnes et de marchandises. Alors qu'une réduction de la demande de transport de personnes a été observée, en particulier lors du premier confinement au Québec, la demande de transport de marchandises a été confrontée à différents scénarios. En effet, au début de la pandémie, une rupture dans les chaînes d'approvisionnement s'est produite, due à la fermeture de plusieurs secteurs d'activité économique, avec des répercussions sur le système de transport de marchandises tout au long de l'année 2020. La demande excédentaire de livraisons à domicile a eu un impact inattendu sur les entreprises et leurs infrastructures, mettant à l'épreuve leur capacité à fonctionner dans ce nouveau scénario. Il était alors nécessaire de réfléchir rapidement à des moyens nouveaux et innovants pour relever ces défis.

Consciente de ces nouveaux scénarios et en réponse à ces défis, notre équipe de chercheurs a travaillé dur pour analyser et développer, avec nos partenaires, des stratégies économiquement viables et durables, notamment en réponse aux changements résultant de la pandémie. Par exemple, l'un des projets conclus "l'analyse des livraisons par vélo-cargos à Montréal, pendant la première vague de COVID-19" a examiné de près les variables clés impliquées dans le succès des livraisons par cargo-vélo pendant la fermeture des commerces non-essentiels lors de la première vague de la COVID-19. Notre équipe a également conclu d'importants objectifs de recherche, notamment un diagnostic des performances des réseaux de transport en commun et l'analyse de l'utilisation des infrastructures de transport en commun pour la livraison des marchandises.

Ce fut une année difficile en termes de recrutement de nouveaux étudiants et de professionnels de recherche à la *Chaire en transformation du transport*, ainsi qu'en ce qui concerne la participation aux conférences scientifiques. Cependant, malgré l'éloignement social, nous avons eu une année de rencontres (en ligne) fructueuses entre les chercheurs de la Chaire et ses partenaires, orientées vers la planification de projets portant sur l'optimisation des décisions liées au transport urbain.

Pour 2021, la Chaire en transformation du transport, financée par le Ministère de l'Économie et de l'Innovation, vise à s'engager dans l'étude des scénarios futurs menant à un système de transport innovant et plus durable, capable de s'adapter rapidement aux changements et à l'évolution des conditions sociales et économiques.

Bernard Gendron

Professeur titulaire, Département d'informatique et de recherche opérationnelle (DIRO)
Chercheur, Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT)
Université de Montréal
Titulaire de la Chaire Purolator en intelligence des données pour la logistique
Titulaire de la Chaire en transformation du transport

Sommaire

I. À propos de la Chaire en transformation du transport

4

- 1. **Mission** 4
- 2. **Axes de recherche** 4
- 3. **Équipe de recherche en 2020** 4
 - Titulaires et co-titulaires de la Chaire 4
 - Professionnels de recherche 4
 - Étudiants et stagiaires postdoctoraux 4

II. Rapport des activités de la dernière période financière

5

- 1. **Principales actions** 5
 - 1.1. Planification des projets et travaux de la Chaire 5
 - 1.2. Événements (co-)organisés par la Chaire 6
 - 1.3. Participation à d'autres événements 6
 - 1.4. Recrutement d'étudiants et du personnel de recherche 6
 - 1.5. Activités de recherche 7
 - Projets complétés en 2020 7
 - Projets en cours 8
 - 1.6. Achat de matériel 11
- 2. **Principales activités de diffusion** 12
 - 2.1. Activités de communication 12
 - 2.2. Publication d'articles dans des revues scientifiques (révision par des pairs) 12
 - 2.3. Autres publications 18
 - 2.4. Thèse de doctorat, mémoires de maîtrise et rapports de stage 19
 - 2.5. Participations à des conférences 19
- 3. **Partenariats effectués** 21

III. Indicateurs de performance

22

IV. Bilan des activités de recherche et de liaison

23

V. Budget détaillé

24

I. À propos de la Chaire en transformation du transport

1. Mission

La Chaire en transformation du transport, financée par le Ministère de l'Économie et de l'Innovation, 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

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. Équipe de recherche 2020

Titulaire et co-titulaire de la Chaire

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

Étudiants et stagiaires postdoctoraux

- Andrew Kristensen (étudiant à la maîtrise)
- Asad Yarahmadi (étudiant au doctorat)
- François Sarrazin (stagiaire postdoctoral)
- Frédérique Roy (stagiaire au baccalauréat)
- Jérôme Laviolette (étudiant au doctorat)
- Léonard Ryo Morin (étudiant au doctorat)
- Maëlle Zimmermann (étudiante au doctorat)
- Renaud Gignac (stagiaire au baccalauréat)
- Sonja Rohmer (stagiaire postdoctorale)
- Suzanne Pirie (étudiante au doctorat*)
- Yann Jeudy (étudiant à la maîtrise)
- Heindrick Dominique Michel (étudiant à la maîtrise)
- Mérédith Lacombe (stagiaire au baccalauréat)
- Nazmul Arefin Khan (stagiaire postdoctoral)

Professionnels de recherche

- Alexis Viallard
- Ammar Metnani
- Hubert Verreault
- Pierre-Léo Bourbonnais
- Thomas Dandres, coordonnateur scientifique de la Chaire
- Brigitte Milot
- Florian Pedroli

*Note : Suzanne Pirie a effectué une maîtrise avant de commencer un doctorat.

II. Rapport des activités de la dernière période financière

1. Principales actions

1.1. Planification des projets et travaux de la Chaire

Réunions de travail avec les partenaires de la Chaire pour l'identification et le démarrage des projets :

- **Rencontre avec le partenaire CIRODD (10 janvier 2020).** Une rencontre avec le Centre interuniversitaire de recherche en opérationnalisation du développement durable (CIRODD) a eu lieu pour discuter d'activités de rayonnement. Personnes présentes : Thomas Dandres et Mohamed Cheriet (Directeur du CIRODD).
- **Rencontre avec le partenaire CIRAIG (15 janvier 2020).** Un appel conférence avec le CIRAIG a eu lieu pour discuter d'une collaboration sur le projet de recherche d'analyse prospective de flotte de véhicules. Personnes présentes : Thomas Dandres et Sophie Fallaha (Directrice exécutive du CIRAIG).
- **Réunion du comité scientifique de la Chaire (20 février 2020).** Une réunion a eu lieu pour discuter et approuver le rapport d'activités 2018-19, le plan d'actions 2020 et la programmation scientifique de la Chaire pour la période de 2018-23. Personnes présentes : Luc Barrette (MEI), Bernard Gendron, Ugo Lachapelle (UQAM), Évangéline Lévesque (MTQ), Jacques Renaud (Université Laval) et Thomas Dandres.
- **Réunion avec Jalon Montréal (10 mars 2020).** Rencontre à propos du projet Colibri concernant les livraisons par vélo-cargo au centre-ville de Montréal.
- **Réunion des chercheurs au printemps (16 mars 2020).** Une rencontre a été organisée pour identifier les données, les méthodes et les modèles existants afin d'effectuer l'analyse des scénarios de flotte de véhicules à l'aide de l'analyse du cycle de vie, et pour discuter du budget et des projets de la Chaire. Personnes présentes : Emma Frejinger, Bernard Gendron, Catherine Morency, Normand Mousseau, Martin Trépanier.
- **Réunion avec CargoM (19 mars 2020).** Réunion pour définir un projet d'étude du transport des marchandises en utilisant les infrastructures du transport collectif en milieu urbain.
- **Réunion avec CargoM (5 juin 2020).** Réunion pour présenter les résultats du projet d'étude du transport des marchandises en utilisant les infrastructures du transport collectif en milieu urbain.
- **Réunion avec Jalon Montréal (23 juin 2020).** Réunion pour présenter le projet réalisé avec CargoM et discuter des initiatives de logistique urbaine à venir à Montréal. L'objectif de la rencontre était d'informer les participants à propos des projets en cours à la Chaire et Jalon-Montréal afin de mutualiser éventuellement les travaux et bonifier les projets.
- **Réunion avec la SAAQ (2 octobre 2020).** Une réunion a eu lieu pour discuter de l'accès aux données de la SAAQ sur les inventaires de véhicules, les transactions d'achat et les vérifications mécaniques. Personnes présentes : Maxime Brault et Mathieu Girard Verreault (SAAQ), Jean-François Bruneau (IVADO), Thomas Dandres, Martin Trépanier et Bernard Gendron.
- **Réunion avec la SAAQ et Transports Québec (12 novembre 2020).** Cette réunion comprenait des discussions de suivi de celles initiées le 2 octobre 2020 avec la SAAQ, sur l'accès aux données sur les inventaires de véhicules, les transactions d'achat et les vérifications mécaniques. Personnes présentes : Maxime Brault et Mathieu Girard Verreault (SAAQ), Pierre Fournier et Dieunedort Tiomo Demanou (MTQ), Martin Trépanier et Bernard Gendron.
- **Réunion des chercheurs à l'hiver (4 décembre 2020).** Les chercheurs se sont réunis pour discuter des livrables et des actions pour l'année 2021, y compris le calendrier des réunions et des événements internes, et pour discuter de la structure du premier atelier avec les partenaires et les chercheurs de la Chaire. Personnes présentes : Emma Frejinger, Bernard Gendron, Catherine Morency, Normand Mousseau, Martin Trépanier.

1.2. Événements (co-)organisés par la Chaire

- **Atelier sur les émissions des transports (14 février 2020).** L'atelier a été suivi par 50 participants, parmi des chercheurs et des étudiants, de différents milieux (université, gouvernement et industrie), provenant du Québec, du reste du Canada, des États-Unis et d'Europe. L'objectif de l'atelier était de présenter et de discuter des méthodes d'évaluation et de modélisation des émissions des transports. Parmi les thèmes abordés lors de l'atelier figurent le climat, la santé et l'équité dans le contexte des nouvelles technologies de transport, les politiques de transport, et l'évaluation et la modélisation des émissions du secteur des transports. Le programme de l'atelier est disponible sur le [site web du CIRRELT](#).
- **Symposium annuel de la Chaire (23-24 septembre 2020).** Le symposium a attiré 49 participants, du Canada et de l'étranger, qui se sont réunis pour discuter des solutions de transport plus durables. Le programme du symposium et les présentations sont disponibles sur le [site web de la Chaire](#). Les activités du symposium ont été diffusées dans le cadre de la programmation de l'événement "[Les rendez-vous de la mobilité durable](#)".

1.3. Participation à d'autres événements

- **TRB Annual Meeting : a century of progress; foundation for the future (12-16 janvier 2020).** Trois présentations de chercheurs de la Chaire ont eu lieu lors de cette réunion annuelle, qui a compté avec des présentations sur tous les modes de transport, et avec la participation de professionnels du transport du monde entier.
- **Atelier de travail sur l'électrification et la réponse à la demande dans les secteurs résidentiel et commercial (20 février 2020).** L'atelier, organisé par l'Institut de l'énergie Trottier, en collaboration avec Ressources naturelles Canada, a compté huit présentations et a abordé des questions importantes sur la difficulté de la flexibilité dans le secteur de l'électrification, la gestion de l'électrification au Québec, en Ontario et en Nouvelle-Écosse. L'objectif était d'évaluer les défis pour le réseau et la population d'une plus grande électrification des services (incluant les véhicules électriques). Il regroupait une quarantaine de personnes du Québec et du reste du Canada.
- **Atelier thématique "Lean & Green : un nouveau label de durabilité pour la logistique et les transports de marchandises" (26 février 2020).** L'atelier, organisé en collaboration entre CargoM et Logistics in Wallonia, avec des présentations sur les programmes et les labels applicables au transport et la logistique, visait à réfléchir à l'implantation d'une certification verte pour la chaîne logistique au Québec. Participant de la Chaire : Thomas Dandres.
- **Colloque annuel de la Chaire Mobilité (17 juin 2020).** Le colloque a été organisé par Catherine Morency (Polytechnique Montréal). L'objectif du colloque était de présenter l'avancement des travaux de recherche la Chaire Mobilité. L'événement s'est déroulé en ligne et comptait 120 participants dont quelques-uns des États-Unis et d'Europe. Certains étudiants et professionnels de recherche de cette chaire sont également membres de la Chaire en transformation du transport (cofinancement de projets) et ont effectué des présentations lors de l'événement. Les chercheurs de la Chaire ont présenté des sujets tels que la modélisation des facteurs d'influence de la motorisation, l'efficacité globale des choix résidentiels, et la codification et utilisation du réseau intérieur du centre-ville de Montréal. Pour plus de détails, veuillez consulter le [site web de la Chaire Mobilité](#).

1.4. Recrutement d'étudiants et du personnel de recherche

- **Alexis Viallard** : professionnel de recherche recruté pendant l'été pour travailler sur le développement de scénarios prospectifs de flottes de véhicules.
- **Danielle Maia de Souza** : coordonnatrice scientifique de la Chaire, recrutée en novembre 2020 en remplacement de Thomas Dandres, qui a coordonné les activités scientifiques de la Chaire en 2019 et 2020.
- **Frédérique Roy** : étudiante au baccalauréat, qui a effectué un stage pendant l'hiver (janvier à mai 2020), sous la supervision de Catherine Morency (Polytechnique Montréal), sur l'automatisation de la génération de cycles de conduite à partir de données GPS de véhicules.
- **Heinrick Dominique Michel** : étudiant à la maîtrise (de janvier à décembre 2020), dirigé par Martin Trépanier (Polytechnique Montréal), qui a travaillé sur le projet Colibri (livraison par vélo au centre-ville de Montréal) en collaboration avec Jalon Montréal.

- **Méridith Lacombe** : étudiante au baccalauréat, qui a effectué un stage pendant l'été (de mai à août 2020), sous la supervision de Catherine Morency (Polytechnique Montréal), sur l'évaluation de scénarios de bonification de l'offre de services de mobilité de proximité.
- **Nazmul Arefin Khan** : stagiaire postdoctoral sous la supervision de Catherine Morency et Martin Trépanier, qui travaille sur l'élaboration de scénarios de covoiturage (Polytechnique Montréal).
- **Renaud Girard** : étudiant au baccalauréat dirigé par Normand Mousseau (UdeM), qui a effectué un stage (de mai à août 2020) sur les nouvelles technologies de propulsion pour le camionnage dans l'Ouest canadien.
- **Suzanne Pirie** : étudiante ayant terminé sa maîtrise (au sein de la Chaire) en mars 2020 et qui a débuté un doctorat au mois de mai 2020 sous la direction de Martin Trépanier (Polytechnique Montréal) et Bernard Gendron (UdeM), portant sur les stratégies de logistique urbaine.

1.5. Activités de recherche

Au total, 11 projets de recherche ont été complétés et 13 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 2020

Les projets suivants ont été réalisés en 2020¹ :

Projet 1.1.2 : Prévision de la demande en transport (complété)

Andrew Kristensen (étudiant à la maîtrise), Université de Montréal (depuis janvier 2019), dirigé par Emma Frejinger.

Dans ce projet, des modèles d'apprentissage par renforcement et des modèles de choix discret dynamique ont été comparés pour prédire les flux de personnes dans les réseaux. L'objectif du projet était de déterminer l'approche qui permettra de réaliser les meilleures prédictions en un minimum de temps de calcul.

Projet 1.1.7a : Développement des cycles de conduite (complété)

Frédérique Roy (stagiaire B.Sc. de mai à août 2019), Polytechnique Montréal, dirigé par Catherine Morency.

L'objectif de ce projet était de mieux modéliser les cycles de conduite (comportement des conducteurs au volant) afin de mieux modéliser les émissions des véhicules.

Projet 2.1.3 : Analyse des enjeux de recherche opérationnelle de la livraison des colis dans des casiers partagés (complété)

Sonja Rohmer (Ph.D.), stagiaire postdoctorale (maintenant professeure à Eindhoven University of Technology, Pays-Bas), sous la direction de Bernard Gendron (de septembre 2019 à avril 2020).

L'introduction de casiers dans les réseaux de distribution facilite grandement la livraison des colis. Ce projet de recherche a permis d'identifier les enjeux de la livraison de colis aux casiers, par le biais de la recherche opérationnelle, et de mieux modéliser des stations et des casiers dans les réseaux de livraison.

Projet 2.2.1 : Évaluation de scénarios de logistique urbaine pour la livraison de marchandises (complété)

Suzanne Pirie (M.Sc.), Polytechnique Montréal, codirigée par Martin Trépanier et Bernard Gendron.

Ces travaux, réalisés en collaboration avec la **Société des Alcools du Québec**, ont permis de déterminer quelles sont les meilleures combinaisons de véhicules, contraintes et conditions de livraisons visant la diminution des coûts et des GES pour la livraison urbaine.

¹ Ces projets s'ajoutent aux projets déjà conclus en 2019 (Projets 1.1.5, 1.1.6, et 1.2.1). Pour plus de détails, veuillez consulter le Rapport annuel 2018-19 de la Chaire en transformation du transport, disponible sur le [site web de la Chaire](#).

Projet 2.2.4a:Évaluation de scénarios de logistique urbaine – livraison par modes actifs (complété)

Heinrick Dominique Michel (étudiant à la maîtrise), avec la contribution d'**Alexis Viallard** (professionnel de recherche), Polytechnique Montréal, dirigé par Martin Trépanier.

Ce projet, réalisé en collaboration avec Jalon Montréal, s'est concentré sur l'étude des systèmes de livraison par vélo-cargo en milieu urbain. Les résultats comprennent, par exemple, des données concernant la variabilité finale du nombre de livraisons et de la distance moyenne des clients par rapport les centres de consolidation.

Projet 2.2.4b:Analyse des livraisons par vélo-cargos à Montréal pendant la première vague de COVID-19 (complété)

Suzanne Pirie (étudiante au doctorat), Université de Montréal, codirigée par Bernard Gendron et Martin Trépanier.

Ce projet, réalisé en partenariat avec Jalon Montréal, a permis de déterminer les variables significatives pour prédire l'évolution du nombre de livraisons faites par cargo-vélo dans le cadre de la pandémie du COVID-19.

Projet 3.1.1a :Modèles d'optimisation bi-niveaux pour la planification de réseaux de transport tenant compte des préférences des usagers (complété)

Léonard Ryo Morin (étudiant au doctorat), Université de Montréal codirigé par Emma Frejinger et Bernard Gendron.

Ce projet 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'usagers hétérogènes. De tels modèles permettent d'améliorer l'adéquation entre l'offre et la demande, tout en considérant différents critères de performance, dont la réduction des émissions de GES.

Projet 3.1.3 : Analyse des initiatives de transport de marchandises utilisant les infrastructures du transport collectif (complété)

Suzanne Pirie (étudiante au doctorat), Polytechnique Montréal (depuis mai 2020), codirigée par Martin Trépanier et Bernard Gendron, avec la contribution de **Thomas Dandres** (professionnel de recherche).

L'objectif de ce projet, réalisé en collaboration avec CargoM, est de faire la synthèse des initiatives de transport de marchandises utilisant les infrastructures du transport collectif et d'évaluer dans quelle mesure de telles initiatives pourraient être mise en place à Montréal dans les prochaines années en considérant le développement du réseau de transport collectif.

Projet 3.2.1a:Évaluation du lieu d'habitation sur la demande en transport (complété)

Hubert Verreault, professionnel de recherche, Polytechnique Montréal (depuis janvier 2019), dirigé par Catherine Morency.

L'objectif de ce projet est d'évaluer le potentiel de réduction de la demande en transport associé à une relocalisation des logements en fonction des activités des ménages.

Projet 3.3.1a:Scénarios futurs de transformation de la flotte de véhicules (complété)

Brigitte Milord, professionnelle de recherche, Polytechnique Montréal, dirigée par Catherine Morency.

L'objectif de ce projet est de documenter les facteurs expliquant la transformation de la flotte de véhicules et documenter cette transformation du parc automobile. Ce projet est réalisé en collaboration avec Équiterre.

Projet 3.3.2b:Scénarios futurs d'évolution du parc de véhicules (complété)

Méridith Lacombe, stagiaire B.Sc., Polytechnique Montréal (de mai à août 2020), dirigée par Catherine Morency.

L'objectif de ce projet est d'évaluer des scénarios de bonification de l'offre de services de proximité et les réductions d'émissions de GES escomptées.

1.5.2. Projets en cours

Projet 1.1.3 : Mobilité intégrée et dépendances à l'automobile (en cours)

Jérôme Laviolette (candidat au doctorat), Polytechnique Montréal (depuis septembre 2018), 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 (en cours)

Renaud Gignac (stagiaire B.Sc.), Université de Montréal (de mai à août 2019), et **Florian Pedroli** (professionnel de recherche), 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 (en cours)

Asad Yarahmadi, étudiant au doctorat (depuis septembre 2019), 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 1.2.2 : Modules pour l'optimisation et l'évaluation des scénarios de transport en commun (en cours)

Pierre-Léo Bourbonnais (Ph.D.), professionnel de recherche, Polytechnique Montréal, codirigés 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. **Alexis Viallard** (Ph.D.), professionnel de recherche, dirigé par Martin Trépanier, participe au développement de modules connexes à ce projet.

Projet 2.1.1 : Modèle synthétique de déplacement des camions dans le Grand Montréal (en cours)

François Sarrazin (Ph.D.), stagiaire postdoctoral, Université de Montréal (depuis juillet 2019), 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 (en cours)

Ammar Metnani (Ph.D.), professionnel de recherche, Université de Montréal (depuis janvier 2018), 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 : Estimation des émissions de GES de scénarios de logistique urbaine (en cours)

Suzanne Pirie (étudiante au doctorat), Polytechnique Montréal (depuis mai 2020), codirigée par **Martin Trépanier** et **Bernard Gendron** et avec le support d'un étudiant de maîtrise pour le projet 2.2.7e.

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 : Livraison de soir et de nuit
- Projet 2.2.7b : Localisation des centres de distribution et des satellites
- Projet 2.2.7c : Livraison par modes actifs (p. ex. : vélos, réseau piétonnier)
- Projet 2.2.7d : Impact du commerce électronique
- Projet 2.2.7e : Impact des différents modes de propulsion

Projet 3.2.1b:Évaluation des impacts des scénarios de télétravail sur les émissions de GES (en cours)

Hubert Verreault, professionnel de recherche, Polytechnique Montréal (depuis janvier 2019), dirigé par **Catherine Morency**.

L'objectif de ce projet est d'évaluer les impacts des différents scénarios de télétravail sur les émissions de GES.

Projet 3.3.1b: Scénarios futurs d'évolution du parc de véhicules (en cours)

Alexis Viallard, 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 des marchandises) (en cours)

Thomas Dandres, professionnel de la recherche, Polytechnique Montréal (depuis novembre 2019), 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 3.3.2d:Développement d'une typologie du covoiturage familial et de scénarios de covoiturage (en cours)

Nazmul Arefin Khan, Polytechnique Montréal (depuis octobre 2020) dirigé par **Catherine Morency**.

L'objectif de ce projet est de déterminer quelles sont les meilleures combinaisons de véhicules, contraintes et conditions de livraisons visant la diminution des coûts et des GES pour la livraison urbaine.

Projet 3.3.3 : Analyse de nouvelles technologies pour le camionnage interurbain (en cours)

Renaud Girard, stagiaire B.Sc., Université de Montréal (de mai à août 2020), 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 Pedroli** (IET) et **Thomas Dandres** apportent leur soutien à ce projet.

1.6. Achat de matériel

En 2020, six 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 :

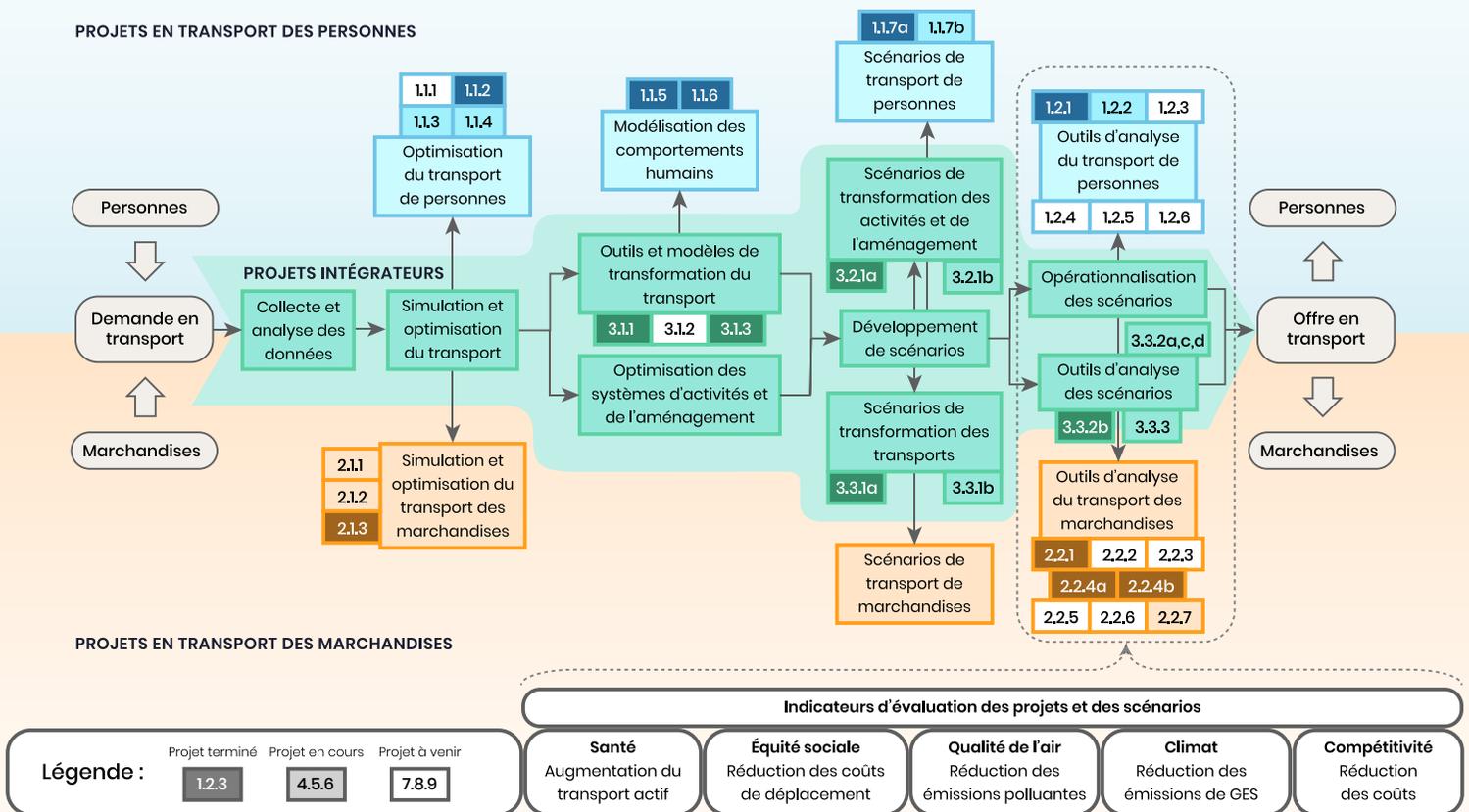
5 stations :

- Processeur Intel I7-9700K 8 cores 3.6GHz/4.9GHz
- 128GB de RAM DDR4 @ 3200MHz
- Chipset de la carte mère Intel Z390
- GeForce GTX 1650 4GB GDDR5
- Disque dur 2TB SSD NVMe M.2 PCIe
- Boîtier Fractal Design; Power supply 650 Watts 80+ Gold
- Écran LG 27BK550Y-B, 1920 x 1080

1 station :

- Processeur Intel I9-10920X 12 cores 3.5GHz/4.6GHz
- 256GB de RAM DDR4 @ 3200MHz
- Chipset de la carte mère Intel X299
- GeForce GTX 1660 6GB GDDR5
- Disque dur 2TB SSD NVMe M.2 PCIe
- Boîtier Fractal Design; Power supply 650 Watts 80+ Gold
- Écran LG 27BK550Y-B, 1920 x 1080

Organisation des projets



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 14 articles dans des revues scientifiques avec comité de lecture, dont trois 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.

De Moraes Ramos G., Mai T., Daamen W., Frejinger E., Hoogendoorn S.P. (2020).

Route choice behaviour and travel information in a congested network: Static and dynamic recursive models. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 114, 681-693.

Abstract: Travel information has the potential to influence travellers choices, in order to steer travellers to less congested routes and alleviate congestion. This paper investigates, on the one hand, how travel information affects route choice behaviour, and on the other hand, the impact of the travel time representation on the interpretation of parameter estimates and prediction accuracy. To this end, we estimate recursive models using data from an innovative data collection effort consisting of route choice observation data from GPS trackers, travel diaries and link travel times on the overall network. Though such combined data sets exist, these have not yet been used to investigate route choice behaviour. A dynamic network in which travel times change over time has been used for the estimation of both recursive logit and nested models. Prediction and estimation results are compared to those obtained for a static network. The interpretation of parameter estimates and prediction accuracy differ substantially between dynamic and static networks as well as between models with correlated and uncorrelated utilities. Contrary to the static results, for the dynamic, where travel times are modelled more accurately, travel information does not have a significant impact on route choice behaviour. However, having travel information increases the travel comfort, as interviews with participants have shown.

El-Assi W., Morency C., Miller E.J., Habib K.N. (2020).

Investigating the capacity of continuous household travel surveys in capturing the temporal rhythms of travel demand, *Transportation*, 47 (4), 1787-1808.

Abstract: Continuous household travel surveys have been identified as a potential replacement for traditional one-off cross-sectional surveys. Many regions around the world have either replaced their traditional cross-sectional survey with its continuous counterpart, or are weighing the option of doing so. The main claimed advantage of continuous surveys is the availability of data over a continuous spectrum of time, thus allowing for the investigation of the temporal variation in trip behavior. The objective of this paper is to put this claim to the test: Can continuous household travel surveys capture the temporal variation in trip behavior? This claim can be put to the test by estimating mixed effects models on the individual, household, spatial and modal level using data stemming from the Montreal Continuous Survey (2009-2012). A mixed effects model (also known as a hierarchical or multilevel model) respects the hierarchical design of a household survey by nesting or crossing entities where necessary. The use of a mixed effects econometric framework allows for partitioning the variance of the dependent variable to a set of grouping factors, strengthening the understanding of the underlying causes of variation in travel behavior. The findings of the paper conclude that the temporal variability in trip behavior is only observed when modelling on the regional level. Further, the study suggests that a large proportion of the variance of trip behavior is attributed to different grouping factors, such as region or municipal sector for regional trip behavior models.

Garnier C., Trépanier M., Morency C. (2020).

Adjusting Dwell Time for Paratransit Services. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 036119812093109979

Abstract: Paratransit (door-to-door public transit services for people with disabilities) is a key element of the public transit system. This type of service can be very costly to operate, yet it is essential for social inclusion. The aim of this study was to develop a quantitative approach to estimate paratransit dwell times and improve trip scheduling. Dwell time is defined as the time required for a vehicle to stop to board or alight passengers. Data collected by the paratransit department of the Société de transport de Montréal (STM), the Montreal, Canada, public transit agency, between September 2014 and May 2018 was used to estimate a dwell time model. Over 5 million data points were analyzed using a multiple linear regression model. The model takes into consideration the type of vehicle used, passenger characteristics (ambulatory or wheelchair passenger, support person), the activity performed at the stop (boarding or alighting), the stop location, the time, day and month the trip took place, and the type of place (residential or non-residential) served. The results reveal all these variables have a significant impact on dwell times. Using these results, a method was developed to improve estimated dwell times in STM's paratransit scheduling system. The new method was implemented on August 1, 2018. The difference between planned and actual travel times was measured, before and after the implementation of the new method. The results show the on-time performance of the service was improved which helped optimize routes and reduce associated operational costs.

Lavolette J., Morency C., Waygood EOD (2020).

Relentless automobility: an analysis from three perspectives | Persistence de l'automobilité ? Analyse en trois perspectives. *Flux* 119-120(1-2), 142-172.

Abstract: The phenomenon of "peak-car", the growth in the use of active and collective modes and a renewed interest in more dense, mixed and human scale urban developments, all raise the question of the decline

of car mobilities. A three-perspective analysis framework is proposed to assess, on the one hand, whether this decline is real and, on the other hand, whether it is accompanied by a paradigm shift in transport and urban planning that would indicate the end of automobility. The question is applied specifically for the province of Quebec and its two metropolitan areas, Montreal and Quebec. As a first perspective, the analysis of motorization and automobile use indicators reveals a sustained increase in car mobility over the past two decades. As a second perspective, the analysis of official planning documents and framework policies for mobility and urban development reveals an adequate understanding of mobility issues, but an uneven recognition of dependence on the automobile. In addition, none of the municipal and metropolitan documents presents specific objectives for reducing car use or car ownership. Finally, from a third perspective, the priority given to some infrastructure projects are not consistent with the objectives and visions of planning documents. Indeed, the benefits expected from ambitious public transit projects are compromised by highway development projects in Montreal as well as in Quebec City. The justifications for these road projects come from a classic planning paradigm widely shown to be outdated and inadequate. The priority given to them seems to stem from political resistance to a paradigm shift. Taken together, these three perspectives tend to show that despite certain positive signs, the decline in automobile mobility, which would be based on a real shift of paradigm in transportation and urban planning, does not seem to have started in Quebec.

Lepage S., Morency C. (2020).

Impact of Weather, Activities and Service Disruptions on Transportation Demand.
Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.

Abstract: This paper aims to estimate short-term transportation demand fluctuations because of events such as meteorological events, major activities, and subway service disruptions. Four different modes are analyzed and compared, being bikesharing, taxi, subway, and bus. Case study includes 3 years of transactional data on working days collected in Montreal, Canada. Generalized additive models (GAM) are developed for every mode. The dependent variable is the hourly number of trip departures from one subway station neighborhood. Independent variables are data from various events. Different models are calibrated for every subway station neighborhood to better understand spatial differences. Also, performance of GAM and autoregressive integrated moving average models are compared for prediction on different horizons. Results suggest that presence of rain decreases bikesharing, subway, and bus demand, while increasing taxi demand. In fact, after four consecutive hours of rain, bikesharing demand decreases by 28.0%, subway and bus demand decreases by 4.6%, while taxi increases by 13.9%. Wind is only found significant for bikesharing. Temperature is found significant for all four modes but has a larger effect on bikesharing and taxi. Moreover, demand increases significantly during subway service disruptions for the three alternative modes studied, especially for taxi, suggesting an increase in demand of 182% during disruptions of 1h. Furthermore, activities influence demand for all four modes, but subway seems to be the most affected one. This method allows for a better understanding of travel behaviors and makes it possible to consider a more dynamic adaptation of the transportation service supply to match travel demand based on various events. This could lead to better co-planning of events and transportation service, for example by temporarily increasing subway frequency or changing the position of some bikesharing stations.

Morency C., Bourdeau J.-S., Verreault H.V. (2020).

Modeling the interactions between mobility options in the surrounding of bikesharing stations.
Mapping the Travel Behavior Genome, pp. 527-542.

Abstract: This chapter analyses how mode usage varies in the surrounding of bikesharing stations in the Montreal Area. Mobility interaction analysis zones are defined and used to construct vectors

describing the daily patterns of usage of each mode as well as its intensity level. The analysis relies on the processing of streams of passive data from 6 modes of transportation (bikesharing, carsharing (1 station-based system and 2 free-floating services), transit (subway and bus) and taxi) to develop typical daily patterns of usage and visualize variability of usage from the perspective of time (one year), space (492 mobility interaction analysis zones in the surrounding of bikesharing stations) and transportation mode. Clustering methods are used to identify typical days of usage for all modes. Illustration of the insights gain by the developed typology is illustrated using various visualization views.

Morency P., Plante C., Dubé A.S., Goudreau S., Morency C. et al. (2020).

The potential impacts of urban and transit planning scenarios for 2031 on car use and active transportation in a metropolitan area. *International journal of environmental research and public health*, 17 (14), 5061.

Abstract: Land use and transportation scenarios can help evaluate the potential impacts of urban compact or transit-oriented development (TOD). Future scenarios have been based on hypothetical developments or strategic planning but both have rarely been compared. We developed scenarios for an entire metropolitan area (Montreal, Canada) based on current strategic planning documents and contrasted their potential impacts on car use and active transportation with those of hypothetical scenarios. We collected and analyzed available urban planning documents and obtained key stakeholders' appreciation of transportation projects on their likelihood of implementation. We allocated 2006-2031 population growth according to recent trends (Business As Usual, BAU) or alternative scenarios (current planning; all in TOD areas; all in central zone). A large-scale and representative Origin-Destination Household Travel Survey was used to measure travel behavior. To estimate distances travelled by mode, in 2031, we used a mode choice model and a simpler method based on the 2008 modal share across population strata. Compared to the BAU, the scenario that allocated all the new population in already dense areas and that also included numerous public transit projects (unlikely to be implemented in 2031), was associated with greatest impacts. Nonetheless such major changes had relatively minor impacts, inducing at most a 15% reduction in distances travel by car and a 28% increase in distances walked, compared to a BAU. Strategies that directly target the reduction of car use, not considered in the scenarios assessed, may be necessary to induce substantial changes in a metropolitan area.

Morency C., Verreault H. (2020).

Assessing the Efficiency of Household Residential Location Choices.

Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 0361198120946023.

Abstract: As part of strategic plans, we often see car dependency reduction vision along with strategies to reduce car use and vehicle-kilometers traveled while promoting alternatives such as transit and active modes. It is less common to see strategies to generate more structural changes, even if such change can have much more important and sustainable impacts. Whereas it is well known that home location is one of the key drivers of travel behaviors, it is much less frequent to have planners put forward strategies to encourage people to move and choose their locations more wisely with respect to their needs. This research aims to assess the potential collective gain of an optimal allocation of households to available dwellings. It aims to estimate how inefficient the current distribution is of households among the dwellings with respect to where all household members need to travel. Results show that the household relocations reduce the distances for work and study by 37.9%. This reduction saves an average of 13.8 km per household per day or 4.9 km per work or study trip. If the mode choice remains constant despite the new trip conditions following the household relocations, the total mileage for work and study trips would decrease by 42.8% for car drivers, by 35.2% for car passenger, by 13.3% for school bus, and 34.2% for public transport. As a result of the household relocations, walking and cycling latent trips increased, respectively, from 2.6% to 15.5% and 26.1% to 39.9% of motorized trips.

Morency C., Verreault H., Frappier A. (2020).

Estimating latent cycling and walking trips in Montréal.
International Journal of Sustainable Transportation, 14(5), 349-360.

Abstract: Many cities adopt strategies to increase the modal share of walking and cycling, aiming to reduce the negative impacts of car trips. Despite such projects, strategies and infrastructure promoting active modes, modal shares of walking (10.1%) and cycling (1.6%) remain relatively small compared to the car (54.3%) in the Greater Montreal Area. In this context, it seems relevant to access the upper bound of the potential of cycling and walking. This paper proposes a methodology to estimate the latent walking and cycling trips in an urban area using large scale Origin-Destination (OD) data. The method builds on previous research and accounts for the distance overlapping zone for walking and cycling trips to obtain a pooled estimation of active transportation latent trips. The methodology is mainly based on a sequential process using trips reported during the 2013 OD survey in Montreal. Results show that 5.2% of daily motorized trips (427,813 trips) could be made by walking and 19.4% (1,605,244 trips) by cycling. From these, 57.1% were made as car drivers. 2.8% of motorized trips could be transferred to both walking and cycling. These trips were allocated to either walking or cycling using an overlapping process based on trip distance: 45.9% of them (1.3% of total trips) are transferred to latent walking trips and 54.1% (1.5% of total trips) to latent cycling trips. When we consider latent trips, modal share of walking and cycling would respectively increase from 10.1% to 14.7% and from 1.6% to 18.7% while share of car driver would decrease from 54.3% to 42.5%.

Tarpin-Pitre L., Morency C. (2020).

Typology of Bikeshare Users Combining Bikeshare and Transit. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 0361198120936262 (CM : 30%)

Abstract: This study proposes a methodological framework to understand the behavior of bikeshare-metro-bikeshare (BMB) users and assess the complementarity of bikeshare and transit. This analysis was conducted using Montreal's Bixi bikeshare data collected over an 8-year period. A k-medoid clustering analysis was performed using three variables describing users' travel behavior: BMB rate, most frequent BMB trip share, and rate of use of different metro stations. It reveals six groups of BMB users: (1) regular commuters, (2) irregular commuters, (3) occasional commuters, (4) mixed users, (5) leisure users, and (6) utility users. Each group's share of trips is stable over time. BMB users represent an increasing, yet still marginal, share of 1.8% of Bixi's annual members. The bikeshare segments of BMB trips averaged 1,180 m, with a standard deviation of 830 m. This confirms bikeshare is useful to complete the first and last kilometer of transit trips. Moreover, BMB trips increased with the expansion of Montreal's bikeshare network to suburban areas serviced by the metro. This study concludes that bikeshare-metro integration allows bikeshare users to cover greater distances and can thus increase both systems' ridership.

Roy F., Morency C. (2020).

Comparing Driving Cycle Development Methods Based on Markov Chains,
Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.

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 Québec, 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.

Smargiassi A., Plante C., Morency P., Hatzopoulou M., Morency C. et al. (2020).

Environmental and health impacts of transportation and land use scenarios in 2061.
Environmental Research, 10962278.

Abstract: We compared numbers of trips and distances by transport mode, air pollution and health impacts of a Business As Usual (BAU) and an Ideal scenario with urban densification and reductions in car share (76%–62% in suburbs; 55%–34% in urban areas) for the Greater Montreal (Canada) for 2061. We estimated the population in 87 municipalities using a demographic model and population projections. Year 2031 (Y2031) trips (from mode choice modeling) and distances were used to estimate those of Y2061. Emissions of nitrogen dioxide (NO₂) and carbon dioxide (CO₂) were estimated and NO₂ used with dispersion modeling to estimate concentrations. Walking and Public Transit (PT) use and corresponding distances walked in Y2061 were >70% higher for the Ideal scenario vs the BAU, while car share and distances were <40% lower. NO₂ levels were slightly lower in the Ideal scenario vs the BAU, but always higher in the urban core. Health impacts, summarized with disability adjusted life years (DALY), differed between urban and suburb areas but globally, the Ideal scenario reduced the impacts of the Y2061 BAU by 33% DALY. Percentages of car and PT trips were similar for the Y2031 and Y2061 BAU but kms travelled by car, CO₂ and NO₂ increased, due to increased populations. Drastic measures to decrease car share appear necessary to substantially reduce impacts of transportation.

Jeuzy Y., Morency C. (2020).

Process for the encapsulation and visualisation of dominant demand and supply corridors. *Journal of the transportation research board*, 2674 (8), 230-242.

Abstract: Before thinking about implementing new transportation services, it is essential to assess the performances of the available ones and to develop an objective diagnosis of the adequacy between transportation supply and demand. This paper focuses on the refinement of a spatial-temporal clustering process able to encapsulate the spatial distribution of travel demand and supply. It illustrates the potential of such process to assist in the development of an objective diagnosis of the quality of the configuration of transit services. The two tools composing this process are presented in this paper, Traclus_DL and Grille_CR. A literature review is conducted on the main concepts such as corridors and grids, which will give a better understanding of the contributions proposed in this paper. Traclus_DL is a spatial clustering algorithm for desire lines (direct line from origin to destination) developed by Bahbouh. This paper will explain how this algorithm works and will also present improvements that were implemented to facilitate its usage and to give a better representation of the reality. Grille_CR is an automated smoothing tool which facilitates the visualization and the interpretation of the results produced by Traclus-DL. This paper explains how this process can be implemented and illustrates its relevance for public transport analysis and design. The major contribution of this paper is the implementation of a tool which helps better understand the spatial configuration of the demand in transport.

Zimmermann M., Frejinger E. (2020).

A tutorial on recursive models for analyzing and predicting path choice behavior. EURO Journal on Transportation and Logistics, 9 (2), 100004.

Abstract: The problem at the heart of this tutorial consists in modeling the path choice behavior of network users. This problem has been extensively studied in transportation science, where it is known as the route choice problem. In this literature, individuals' choice of paths are typically predicted using discrete choice models. This article is a tutorial on a specific category of discrete choice models called recursive, and it makes three main contributions: First, for the purpose of assisting future research on route choice, we provide a comprehensive background on the problem, linking it to different fields including inverse optimization and inverse reinforcement learning. Second, we formally introduce the problem and the recursive modeling idea along with an overview of existing models, their properties and applications. Third, we extensively analyze illustrative examples from different angles so that a novice reader can gain intuition on the problem and the advantages provided by recursive models in comparison to path-based ones.

2.3. Autres publications

La Chaire a réalisé neuf autres publications, incluant un article et huit rapports.

1. **Da Silva S., Déméné C., Lessard I., Laviolette J. (2020).** Obstacles et leviers aux changements de comportements des québécois. Rapport publié par le CIRODD. [Lire la publication](#)
2. **Morency C., Milord B., Deschaintres É., Narrainen A. (2020).** Shared Mobility: International Scan on Mobility Strategies, Rapport final, Étude réalisée pour le compte de Transport Canada, 84 pages. [Lire la publication](#)
3. **Morency C., Verreault H. (2020).** Réduction des gaz à effet de serre. Le télétravail peut-il y contribuer? Vecteur Environnement. Septembre 2020, pp.30-33. [Lire la publication](#)
4. **Pirie S., Dandres T., Trépanier M., Gendron B. (2020).** Examen des potentialités d'utilisation des infrastructures de transport collectif à des fins de transport de marchandises en milieu urbain. Rapport à CargoM.
5. **Pedroli F., Mousseau N. (2020).** La mobilité comme service au Québec. Institut de l'énergie Trottier. [Lire la publication](#)
6. **Pedroli F., Mousseau N. (2020).** Rapport sur les entretiens effectués aux îles-de-la-Madeleine. Institut de l'énergie Trottier. Les rapports de l'accélérateur de transition, volume 2, numéro 1. Juin 2020. [Lire la publication](#)
7. **Pedroli F., Mousseau N. (2020).** Proposition de scénarios pour une évolution des modes de transport aux îles-de-la-Madeleine. Institut de l'énergie Trottier. Les rapports de l'accélérateur de transition, volume 2, numéro 2. Juin 2020. [Lire la publication](#)
8. **Rohmer S., Gendron B. (2020).** A guide to parcel lockers in last mile distribution - Highlighting changes and opportunities from an OR perspective. CIRRELT 2020-11. Avril 2020. [Lire la publication](#)
9. **Sarrazin F., Gendron B., Trépanier M. (2020).** Recherche opérationnelle et IA en transport de marchandises : une solution pour la crise climatique (2020), Vecteur Environnement, Vol 53(4), 16-19. Décembre 2020. [Lire la publication](#)

2.4. Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise et rapports de stage

Trois étudiants ont terminé leurs études et publiés une thèse de doctorat, un mémoire de maîtrise et un rapport de projet (stage).

- **Michel, Heinrick Dominique** (2020). Étude sur des systèmes de livraison par vélo-cargo en milieu urbain. Rapport de projet (maîtrise en ingénierie), Polytechnique Montréal. Direction : Martin Trépanier.
- **Morin, Léonard Ryo** (2020). Traffic prediction and bilevel network design. Thèse de doctorat. Université de Montréal. Direction : Emma Frejinger et Bernard Gendron.
- **Pirie, Suzanne** (2020). Planification du transport dans un réseau hybride clients-succursales. Mémoire de maîtrise, Polytechnique Montréal. Direction : Martin Trépanier et Bernard Gendron.

2.5. Participations à des conférences

Le confinement imposé par les gouvernements a provoqué l'annulation de plusieurs conférences internationales en 2020. Certaines d'entre elles ont été toutefois maintenues via la participation en ligne. Les étudiants et les chercheurs de la Chaire ont effectué 30 présentations dans des conférences scientifiques.

1. **Bourdeau J.-S.** (2020). Développement d'un calculateur de trajets à vélo. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (*Présentation orale*).
2. **Dandres T.** (2020). Mise en perspective des émissions du cycle de vie des transports. *Atelier sur les émissions des transports*. Chaire en transformation du transport. Montréal, 14 février 2020 (*Présentation orale*).
3. **Dandres T.** (2020). Utilisation des infrastructures de transport collectif pour le transport de marchandises. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (*Présentation orale*).
4. **Deschaintres E., Morency C., Trépanier M.** (2020). Are the modes of transport independent? Assessing multimodal mobility at the individual level. *55^e Canadian Research Transport Forum Annual Conference*, Événement virtuel, 24 au 27 mai 2020 (*Présentation orale*).
5. **Deschaintres E., Morency C., Trépanier M.** (2020). Longitudinal Modeling of the Daily Subway Ridership: Combination of Several Passive Data Streams to Investigate the Influence of Alternative Modes of Transport. *99th Annual meeting of the transportation research board*, Washington (D.C.), 12-16 janvier 2020 (*Poster*).
6. **Deschaintres É., Morency C., Trépanier M.** (2020). Fusion de deux sources de données pour décrire de manière longitudinale l'utilisation de différents modes de transport, *Women in Data Science*, Chicoutimi, 2 mars 2020 (*Poster*).
7. **Deschaintres É., Morency C., Trépanier M.** (2020). Mobilité multimodale : un concept à la mode qu'on ne sait même pas quantifier! *55^e Congrès annuel de l'Association québécoise des transports : le transport au cœur des écosystèmes*, Événement virtuel, 2 au 6 novembre 2020 (*Présentation orale*).
8. **Frejinger E.** (2020). Designing better transport services through joint traffic forecasting and network optimization. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (*Présentation orale*).
9. **Garnier C., Trépanier M., Morency C.** (2020). Adjusting Dwell Time for Paratransit Services, *99th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington DC.

10. **Gendron B., Trepanie, M.** (2020). Discours d'ouverture. *Atelier sur les émissions des transports*. Chaire en transformation du transport. Montréal, 14 février 2020 (Présentation orale).
11. **Gendron B., Metnani A.** (2020). Logistique urbaine pour les services de courrier rapide. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (Présentation orale).
12. **Girard R., Pedroli F.** (2020). Étude des technologies pour une décarbonisation du transport lourd au Québec. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (Présentation orale).
13. **Jeudy Y., Morency C.** (2020). Process for the encapsulation and visualisation of dominant demand and supply corridors. *99th Annual meeting of the transportation research board*, Washington (D.C.), 12-16 janvier 2020 (Poster).
14. **Khachman M., Morency C., Ciari, F.** (2020). Assessing and Characterizing Spatial Interaction Between Household Types Using Spatial Multi-Nomial Logit Models, *99th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington DC.
15. **Lacombe M.** (2020). Scénarios optimisant la localisation des services de proximité. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (Présentation orale).
16. **Laviolette J.** (2020). Comprendre les facteurs d'influence de la motorisation dans le grand Montréal : une analyse par modélisation spatiale. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (Présentation orale).
17. **Laviolette J., Morency C.** (2020). Modélisation des facteurs d'influence de la motorisation. *Colloque annuel de la Chaire Mobilité*, 17 juin 2020 (Présentation orale).
18. **Lefebvre-Ropars G., Morency C., Negron-Poblete P.** (2020). A Needs-Gap Analysis of Street Space Allocation, *99th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington DC.
19. **Lepage S., Morency C.** (2020). Impact of Weather, Activities and Service Disruptions on Transportation Demand, *99th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington DC.
20. **Mageau-Béland J., Morency C.** (2020). Assessing Physical Activity Achievement by Using Transit, *99th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington DC.
21. **Michaud C., Morency C., Boisjoly G.** (2020). A Framework for Assessing Public Transport Equity Through Local and Regional Accessibility, *99th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington DC.
22. **Morency C.** (2020). Women in data science. *Women in data science*. Sagueney (Québec), 2 mars 2020 (Présentation orale).
23. **Morency C., Hubert V., Bourdeau J-S., Milord B., Michaud C.** (2020). Pour une approche holistique de la prise de décisions urbaines. *55^e Congrès annuel de l'Association québécoise des transports : le transport au cœur des écosystèmes*, Événement virtuel, 2 au 6 novembre 2020 (Présentation orale).
24. **Morency C., Verreault H.** (2020). Assessing the Global Efficiency of Household Residential Location Choices. *99th Annual meeting of the transportation research board*, Washington (D.C.), 12-16 janvier 2020 (Poster).
25. **Roy F., Morency C.** (2020). Comparing Driving Cycle Development Methods Based on Markov Chains. *99th Annual meeting of the transportation research board*, Washington (D.C.), 12-16 janvier 2020 (Poster).

26. **Pirie S.** (2020). Livraisons de marchandises en vélos-cargos sur l'île de Montréal. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (Présentation orale).
27. **Sarrazin F.** (2020). Application du modèle FRETURB à la région de Montréal. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (Présentation orale).
28. **Verreault H.** (2020). Efficacité globale des choix résidentiels. *Symposium annuel de la Chaire en Transformation du Transport 2020*, Montréal, 23-24 septembre 2020 (Présentation orale).
29. **Verreault H., Morency C.** (2020). Efficacité globale des choix résidentiels. *Colloque annuel de la Chaire Mobilité*, 17 juin 2020 (Présentation orale).
30. **Verreault H., Morency C.** (2020). Potentiel de gains collectifs engendrés par une allocation optimale des logements aux ménages. *55^e Canadian Research Transport Forum Annual Conference, Événement virtuel*, 24 au 27 mai 2020 (Présentation orale).

3. Partenariats effectués

En 2020, la Chaire a continué et renforcé ses partenariats avec ARTM, CargoM, CIRRELT, CoopCarbone, Exo, Institut de l'énergie Trottier, IVADO, et Transports Québec. Entre janvier et juin 2020, la Chaire a poursuivi son partenariat avec CargoM (projet de transport des marchandises en utilisant les infrastructures du transport collectif en milieu urbain) et IVADO (projet de collecte et de manipulation des données de la SAAQ), tout en développant un partenariat avec Jalon-Montréal (projet Colibri de livraison au centre-ville de Montréal par vélo-cargo).

Des démarches sont également en cours avec la SAAQ, en collaboration avec Transports Québec, pour l'accès aux données sur les inventaires de véhicules, les transactions d'achat et les vérifications mécaniques; et avec Transport Canada, Jalon Montréal et le Port de Montréal, pour l'accès aux données sur les traces GPS des camions (ATRI) et sur les relevés de circulation (HERE), dans le cadre de l'étude sur le mouvement de camions au Port de Montréal.

Partenaires de la Chaire :



III. Indicateurs de performance

1. Nombre de projets de recherche 24

En cours	13
Terminés	11
Réalisés en collaboration avec :	
Les entreprises	6
Les université	0
Les collèges	0
D'autres secteurs d'activité	6
Réalisés en collaboration :	
Québécoise	8
Canadienne (hors Québec)	0
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 14

Stagiaire	3
Maîtrise	3
Doctorat	5
Post-doctorat	3

4. Nombre d'étudiants financés par la chaire 14

Stagiaire	3
Maîtrise	3
Doctorat	5
Post-doctorat	3

5. Activités de transfert (événements organisés) 4

Symposium annuel	
Nombre de participants	49
Ateliers thématiques	
Nombre d'ateliers	3
Nombre de participants	-
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 25

Avec comité de lecture	14
Sans comité de lecture	9
Autres (thèses de doctorat et mémoires de maîtrise)	2

7. Nombre de publications scientifiques avec un facteur d'impact >5 3

8. Nombre de communications scientifiques réalisées 30

Par les chercheurs	6
Par les étudiants	24

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 2020
au 31 décembre 2020

Salaires, traitements et avantages sociaux	202 641 \$
---	-------------------

Bourses étudiants	151 663 \$
--------------------------	-------------------

Matériel, consommables et fournitures	21 558 \$
--	------------------

Location d'équipements	- \$
-------------------------------	-------------

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

Frais de sous-traitance (honoraires professionnels)	10 961 \$
--	------------------

Frais déplacement et séjour	8 105 \$
------------------------------------	-----------------

Frais diffusion des connaissances	- \$
--	-------------

Sous-total des coûts directs	394 928 \$
-------------------------------------	-------------------

Frais indirects	103 671 \$
------------------------	-------------------

- Polytechnique Montréal	60 887 \$
--------------------------	-----------

- Université de Montréal	42 784 \$
--------------------------	-----------

Total des dépenses	498 599 \$
---------------------------	-------------------