

**CONCEPTUALISATION ET ANALYSE DE L'IMPACT
D'UNE ENTRAVE MAJEURE ET DE LONGUE DURÉE SUR
LES COMPORTEMENTS DE MOBILITÉ : LE CAS DU
TUNNEL LOUIS-HIPPOLYTE-LA FONTAINE (TLHL)**

Projet : R874.1

Ugo Lachapelle
Professeur titulaire
École des sciences de la gestion, département d'études urbaines et
touristiques
Université du Québec à Montréal

Réalisé pour le compte du ministère des Transports et de la Mobilité durable

Décembre 2025

La présente étude a été réalisée à la demande du ministère des Transports et de la Mobilité Durable et a été financée par le Ministère.

Les opinions exprimées dans le présent rapport n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du ministère des Transports.

Membre de l'équipe de recherche

Ugo Lachapelle, professeur titulaire, école des sciences de la gestion (département d'études urbaines et touristiques), Université du Québec à Montréal

Membres du comité de suivi

Maxime Savaria, chargé de projet, Direction de la planification et de la mobilité métropolitaine, ministère des Transports et de la Mobilité durable

Nadia Bouhend, Direction de la planification et de la mobilité métropolitaine, ministère des Transports et de la Mobilité durable

Mathieu Carrier, Direction de la planification et de la mobilité métropolitaine, ministère des Transports et de la Mobilité durable

Carl Charest, Direction du grand projet du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine, ministère des Transports et de la Mobilité durable

David Fiset, conseiller à la recherche, Direction de la coordination de la recherche et de l'innovation, ministère des Transports et de la Mobilité durable

Marc-André Tessier, Direction de la modélisation des systèmes de transport routier, ministère des Transports et de la Mobilité durable

Virginie Turgeon, Direction des partenariats stratégiques et des affaires autochtones

1. SOMMAIRE

Le tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine (TLHL) est l'un des principaux points d'accès à l'île de Montréal. Environ 120 000 véhicules, dont 13 % de véhicules lourds, l'empruntaient quotidiennement en juillet 2020. Construite au cours des années 1960, cette infrastructure nécessite une réfection majeure afin de prolonger sa durée de vie d'environ 40 ans. Par conséquent, depuis le 31 octobre 2022, des travaux qui s'étaleront sur une période prévue de trois ans ont entraîné la fermeture de trois voies sur six.

On tente actuellement, dans le cadre de la politique de mobilité durable (gouvernement du Québec, 2018), de favoriser une réduction des déplacements et des temps de déplacements, tout comme un transfert modal vers des modes alternatifs à l'automobile. Dans ce contexte, il est important de se questionner sur l'influence de la capacité routière et des variations de celle-ci sur les comportements de mobilité de la population. D'une part pour mieux se diriger vers un système de transport durable, mais aussi, d'autre part, pour mieux gérer les événements de réduction de capacité inévitables, tout du moins temporairement. Dans le contexte du vieillissement des infrastructures du Québec, plusieurs d'entre elles devront faire l'objet de travaux de réfection.

Pour apporter des éléments de réponses, des conceptions théoriques et une série d'études empiriques permettent de mieux saisir les phénomènes de demande induite et d'induction inverse associés respectivement aux ajouts et réductions d'infrastructures routières. La demande induite en transport est un principe qui dicte que l'augmentation de la capacité routière a comme effet d'attirer des déplacements supplémentaires, de sorte que la congestion revient rapidement à son niveau précédent. L'induction inverse, son corolaire inverse, est la réponse des utilisateurs à une réduction de capacité routière. Cette réponse est composée de différents changements dans les comportements de mobilité, soit notamment les changements de mode transport, la réduction de la fréquence des déplacements, les changements de parcours, les changements de destinations ou même l'évitement complet d'un déplacement. Si la disparition complète d'un déplacement sur l'ensemble des réseaux de transport d'une région est centrale au phénomène d'induction inverse, on regroupe aussi les autres composantes dans le concept d'induction inverse de la circulation.

Malgré son potentiel de permettre une plus grande part de mobilité durable, l'induction inverse est peu, voire pas prise en compte dans la planification des transports. En effet, ce principe est relativement peu connu et l'état des connaissances actuelles et les données disponibles permettent seulement en partie de l'évaluer. Les cas d'étude disponibles sont aussi peu nombreux.

L'objectif central du projet de recherche est donc d'étudier le phénomène d'induction inverse (l'inverse de la demande induite) pour documenter l'influence d'une réduction de la capacité routière d'un lien routier d'importance sur la demande en déplacement sur l'infrastructure et à l'échelle régionale. La réfection du TLHL propose un cas exceptionnel et pertinent pour documenter ce phénomène dans le contexte d'une expérience naturelle. Exceptionnel parce que les fermetures de grands axes sur de longues périodes ne sont pas fréquentes, et pertinentes étant donné la durée des travaux et la clarté des

alternatives ; il n'y a que quelques autres ponts et infrastructures de transport en commun qui peuvent permettre aux individus de compléter les déplacements faits avant la fermeture en utilisant le TLHL.

La première partie de ce mandat consiste à mener une recension des écrits sur le concept de manière à 1) définir le concept et ses fondements théoriques, 2) identifier les données, conception d'études et approches méthodologiques et statistiques typiquement utilisées, et 3) détailler les résultats de ces études reliés à la problématique. Ces démarches devraient permettre de préparer adéquatement l'étude sur le terrain des impacts de la fermeture du TLHL sur les débits routiers et les déplacements.

La seconde partie de ce mandat consiste à documenter, avec des données de planification disponibles, le phénomène de l'induction inverse dans ses différentes composantes. La démarche principale est d'analyser les données de débits routiers mensuels (2018-2023) sur l'ensemble des liens entre la Rive-Sud et Montréal avant et depuis la mise en chantier des travaux réduisant la capacité routière de moitié dans le TLHL. La question du transfert modal vers le transport en commun associé à cette fermeture partielle du TLHL sera aussi analysée à l'aide de données d'achalandage du transport en commun. Les modifications aux conditions de circulation sur les voies d'accès aux traversées du fleuve et sur d'autres grands axes de la région seront aussi analysées. Il serait ainsi théoriquement possible de distinguer les modifications aux déplacements automobiles, le transfert vers d'autres modes de transport, et les réductions réelles des déplacements.

Les données de l'enquête Origine-Destination (EOD) de 2018 permettront également de caractériser les déplacements dans l'axe du TLHL et de déterminer les caractéristiques des individus qui font ces déplacements. Ces données serviront à contextualiser les données de débits routiers, et à appuyer le développement d'une enquête spécifique à la question de l'induction inverse dans le TLHL.

La troisième partie de ce mandat propose de développer une enquête sur les impacts de la fermeture partielle du TLHL sur les comportements de mobilité de la population, de la déployer sur le terrain et d'en faire l'analyse. Comme on le verra, les données présentées dans la seconde partie permettent de produire plusieurs informations pertinentes, mais elles laissent aussi quelques zones d'ombre dans la compréhension du phénomène de l'induction inverse et de ses conséquences sur le cas particulier du TLHL. L'enquête vient combler ces lacunes.

L'enquête transversale est destinée spécifiquement aux travailleurs dont la mobilité a été impactée par la fermeture partielle du TLHL. La section présente la préparation de l'instrument, l'élaboration d'une stratégie d'échantillonnage, le déploiement sur le terrain et l'analyse des résultats. L'enquête web comporte des questions rétrospectives sur les modalités des déplacements de navettage avant les travaux du TLHL, les déplacements actuels de navettage et pour d'autres motifs, ainsi que les perspectives anticipées une fois les travaux complétés. Des questions sociodémographiques, d'options disponibles, de préférences et d'utilisation des mesures mises en place par les employeurs sont

également posées aux répondants. L'enquête permet donc d'analyser l'induction inverse du point de vue du comportement des utilisateurs d'une infrastructure.

Prises ensemble, les trois sections de ce rapport permettent de définir l'état de l'art dans la conceptualisation et l'analyse du phénomène de l'induction inverse et de produire des analyses empiriques permettant de vérifier le phénomène. Appliquées au cas du TLHL, elles permettent de mieux comprendre les impacts de cette fermeture partielle temporaire, mais de longue durée, et de mieux planifier les mesures d'atténuation des impacts lors de futurs projets de réfection d'infrastructure. La démarche permet également d'identifier les bonnes pratiques pour analyser ce phénomène et de réfléchir plus généralement aux impacts des ajouts, du maintien ou de la réduction de la capacité des infrastructures de transport.

2. SYNTHÈSE DES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le projet a trois grands objectifs séparés en autant de sections. L'objectif central du projet de recherche est d'étudier le phénomène d'induction inverse (l'inverse de la demande induite) pour documenter l'influence d'une réduction de la capacité routière d'un lien routier d'importance sur la demande en déplacement. La réfection du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine (TLHL) propose un cas exceptionnel pour documenter ce phénomène, car les fermetures de grands axes sur de longues périodes ne sont pas fréquentes. En raison des travaux, la capacité routière dans le TLHL a été réduite de moitié (2 voies en direction de Montréal et 1 voie en direction de la Rive-Sud) à partir du 31 octobre 2022, pour une durée prévue de 3 ans. Il n'y a également que quelques autres ponts et infrastructures de transport en commun qui peuvent remplacer le TLHL.

La première partie de ce mandat consiste à mener une recension des écrits sur la thématique. L'induction inverse, qui est le phénomène par lequel une réduction de la capacité routière mène à une réduction de la circulation automobile, peut être décomposée en 8 formes, soit 5 à court terme et 3 à long terme. Pour le court terme, on retrouve le changement d'itinéraire, le report modal, le changement d'horaire, le changement de destination et la réduction de la fréquence des déplacements ou l'évitement complet de ces déplacements. Pour le long terme, on retrouve le changement du lieu de résidence, de travail et les modifications dans l'aménagement du territoire. Ainsi, c'est l'ensemble de ces différentes formes qu'il faut prendre en compte pour véritablement analyser l'induction inverse. En ce sens, le terme fait plus généralement référence à une réorganisation des comportements de mobilité. La diminution nette du volume de déplacements correspond à une seule des formes de l'induction inverse de la circulation, soit la réduction des déplacements par l'évitement complet.

On documente que la réduction des déplacements est plausible et théoriquement justifiable, mais peu documenté parce que les cas de figure manquent. Les études proposent plusieurs approches, et se concentrent majoritairement sur l'analyse des comptages routiers. Des exemples d'enquête ad hoc et d'usage de données d'enquêtes origine-destination existent aussi. Les fermetures à l'étude sont généralement de courtes durées et les résultats varient beaucoup. L'importance de l'induction inverse est déterminée par une série d'éléments variant d'un cas à l'autre. Parmi ces éléments on retrouve la durée de la fermeture, l'importance de l'infrastructure dont la capacité a été réduite dans les déplacements de la population, la qualité de l'offre alternative, les types de déplacements affectés et les efforts de mitigation des impacts sur les usagers. Dans une logique de mobilité durable, des fermetures temporaires peuvent permettre aux utilisateurs actuels de mettre d'autres modes de transport à l'essai.

La seconde partie de ce mandat consiste à documenter le phénomène de l'induction inverse en utilisant les données de débits routiers mensuels et d'achalandage du transport en commun (2018-2023) sur les liens entre la Rive-Sud et Montréal avant et depuis la fermeture partielle du TLHL.

L'analyse des données fait état d'une réduction des déplacements, particulièrement dans la direction sud, ce qui est cohérent avec une plus grande

réduction de la capacité dans cette direction. L'effet y est aussi de plus longue durée et perdure jusqu'à la fin des observations en décembre 2023. Pour les déplacements de la Rive-Sud vers le nord, la reprise des débits s'est amorcée rapidement après le début de la fermeture partielle, mais n'a pas atteint ceux de la situation initiale. Une comparaison des moyennes annuelles révèle qu'entre un an avant et un an après la fermeture partielle du TLHL du 31 octobre 2022, les débits mensuels moyens sur le TLHL avaient chuté d'environ 13 % en direction de Montréal (deux voies) et de plus de 50 % en direction Rive-Sud (une voie). Les ponts à proximité enregistrent des augmentations de débits, et le réseau de transport en commun enregistre des augmentations d'achalandage. Outre ces variations aux infrastructures de traversée, l'effet sur le réseau de la région se limite aux voies d'accès au TLHL. Si les taux d'augmentation d'achalandage du transport en commun sont importants, ce n'est qu'une faible part des déplacements interrives totaux qui passent au transport en commun. La COVID-19, l'ouverture du pont Samuel-De Champlain, la mise en service du REM et des bris dans les équipements de comptage compliquent l'analyse. L'uniformisation des comptages routiers et des collectes de données d'achalandage bidirectionnel faciliterait les capacités analytiques nécessaires à l'analyse de l'induction inverse.

La troisième partie de ce mandat propose de développer une enquête sur les impacts de la fermeture partielle du TLHL sur les comportements de mobilité des navetteurs dont la mobilité a été impactée par la fermeture partielle du TLHL. L'enquête confirme qu'une modeste part des déplacements est transférée vers d'autres modes. En revanche les utilisateurs changent considérablement leurs heures de départs, la fréquence à laquelle ils font des déplacements et les parcours qu'ils utilisent. La fermeture partielle cause d'importants soucis à la population, l'impact central étant l'augmentation des temps de déplacements. De façon surprenante, les répondants qui ont changé leurs pratiques de déplacement sont ceux pour lesquels les temps de déplacement ont augmenté le moins. Les répondants ont également été sondés sur les actions que devraient poser le gouvernement pour réduire la congestion des ponts à Montréal. Si peu de gens considèrent le laisser-faire face à la congestion comme une solution raisonnable, l'appui à l'investissement public dans un réseau de transport en commun est presque aussi important que l'appui à l'investissement public dans les réseaux routiers.

Si l'approche la plus complète pour évaluer l'ensemble des composantes de l'induction inverse passe par une enquête aléatoire et représentative de la population spécifique au questionnement, c'est également l'approche la plus onéreuse et exigeante à mener. Par contre, les enquêtes peuvent seulement mettre en comparaison des points fixes dans le temps et des perceptions générales des utilisateurs. Si déployées à des moments opportuns avant, pendant et après les travaux, les enquêtes Origine-Destination peuvent également permettre d'évaluer, au niveau d'une population d'utilisateurs, plusieurs, mais pas toutes les composantes de l'induction inverse. L'usage des données d'achalandage de transport en commun et des comptages, mesurés aux échelles horaires et mensuelles, permet de considérer l'évolution temporelle des débits résultant des fermetures d'infrastructures routières. Selon les besoins d'une étude sur l'induction inverse, certaines méthodes devraient être préconisées.

Des suites possibles à ce projet comprennent la mise en comparaison des données de l'EOD de 2018 et de 2023, le déploiement d'une enquête ad hoc à échantillonnage aléatoire représentative de la population d'utilisateurs des infrastructures pendant les travaux et/ou une fois ceux-ci complétés. Comme il s'agit de séries temporelles, l'analyse des données de comptage et d'achalandage, une fois la réouverture complète du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine complétée, permettra de mieux comprendre si, et à quel moment, les débits reviendront aux niveaux observés avant la fermeture partielle, ainsi que dans quelle mesure l'achalandage du transport en commun se maintiendra.

TABLE DES MATIÈRES

1. SOMMAIRE	6
2. SYNTHÈSE DES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	9
SECTION 1	7
3. INTRODUCTION	7
3.1 CONTEXTE DU PROJET	7
3.2 OBJECTIFS DE LA SECTION 1	8
4. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE DE L'INDUCTION INVERSE	9
4.1 LA POLITIQUE SUR LA MOBILITÉ DURABLE	9
4.2 VIEILLISSEMENT, RÉFECTION ET DÉMANTÈLEMENT D'INFRASTRUCTURES 10	
4.3 RÉDUCTION DE CAPACITÉ : DES ÉLÉMENTS THÉORIQUES	11
4.3.1 GÉRER LA CONGESTION PAR L'AJOUT DE CAPACITÉ	11
4.3.2 LA CONGESTION, SI MÉCANIQUE QUE C'EN EST UNE LOI	12
4.3.3 RÉACTIONS INDIVIDUELLES : LE PARADOXE DE BRAESS.....	14
4.3.4 UN ÉCLAIRAGE DES SCIENCES ÉCONOMIQUES : L'INDUCTION	14
4.3.5 DÉPLACEMENTS INDUITS À COURT TERME : LA TRIPLE CONVERGENCE.....	17
4.3.6 DEMANDE INDUITE À LONG TERME ET DÉVELOPPEMENT URBAIN.	18
4.3.7 ET LES AUTRES MODES DE TRANSPORT EUX? LA CONJECTURE DE MOGRIDGE.....	19
4.3.8 QUALIFIER LE DÉVELOPPEMENT URBAIN RÉSULTANT	22
4.4 LE COROLAIRE INVERSE À L'INDUCTION : L'INDUCTION INVERSE	22
4.4.1 DES CAS PLUS RARES, PAS TOUJOURS PLANIFIÉS	22
4.4.2 IMPACTS DES MODÈLES TRADITIONNELS SUR LA CRAINTE LIÉE À UNE RÉDUCTION DE CAPACITÉ	23
4.4.3 RÉPONSE AUX FERMETURES ROUTIÈRES : DES FACTEURS DE CONTEXTE.....	24
4.4.4 HIÉRARCHIE D'OPTIONS INDIVIDUELLES ET APPRENTISSAGE	25
4.4.5 MESURES D'ATTÉNUATION DES IMPACTS	26
4.4.6 LES RÉPONSES POSSIBLES À LA RÉDUCTION DE CAPACITÉ ROUTIÈRE : LES FORMES D'INDUCTION INVERSE	27
4.5 RECENSION DES ÉCRITS EMPIRIQUES SUR L'INDUCTION INVERSE	29
4.5.1 SÉLECTION DES ARTICLES ET AUTRES DOCUMENTS	29
4.5.2 EXTRACTION DES DONNÉES	31
5. ANALYSE DES RÉSULTATS	32

5.1	DESCRIPTION MÉTHODOLOGIQUE DES ÉTUDES	32
5.1.1	CAS À L'ÉTUDE ET ÉCHELLES TEMPORELLES ET SPATIALES.....	34
5.1.2	DONNÉES ROUTIÈRES ET DE TRANSPORT EN COMMUN	36
5.1.3	ENQUÊTES	38
5.1.4	ENTRETIENS QUALITATIFS	39
5.1.5	APPROCHES STATISTIQUES	40
5.1.6	EN SOMME	41
5.2	PRÉSENTATION DES RÉSULTATS SUBSTANTIELS DES ÉTUDES	42
5.2.1	DES COMBINAISONS D'OBSERVATIONS PLUTÔT QUE DES ANALYSES DÉTAILLÉES.....	42
5.2.2	L'IMPORTANCE DU CONTEXTE.....	52
5.2.3	L'IMPORTANCE DES MÉDIAS ET DE COMMUNIQUER AU PUBLIC	53
5.3	ET L'INDUCTION INVERSE DANS TOUT ÇA ?	55
5.4	ANALYSE DES RÉDUCTIONS DE CAPACITÉ ET DE L'INDUCTION INVERSE : BONNES PRATIQUES ET RECOMMANDATIONS	56
5.5	IMPLICATION POUR L'ANALYSE DU TLHL ET DISPONIBILITÉ DES DONNÉES DANS LA RÉGION DE MONTRÉAL	57
SECTION 2		59
6.	OBJECTIFS DE LA SECTION 2	59
7.	MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DE DONNÉES DE PLANIFICATION ...	60
7.1	RÉFECTION DU TLHL, ÉCHÉANCIER DES TRAVAUX ET AUTRES ÉLÉMENTS TEMPORELS	61
7.2	DONNÉES.....	62
7.2.1	ENQUÊTE ORIGINE DESTINATION DE 2018	63
7.2.2	DONNÉES DE DÉBITS DE TRAVERSÉE DE PONTS.....	64
7.2.3	DONNÉES DE CARTES À PUCE DU MÉTRO DE MONTRÉAL, D'AUTOBUS ET DE TRAIN DE BANLIEUE.....	68
7.3	TRANSFORMATION ET ANALYSE	70
7.3.1	L'ANALYSE DE L'ENQUÊTE OD 2018	71
7.3.2	L'ANALYSE TEMPORELLE DES DÉBITS ET D'ACHALANDAGE	71
8.	PRÉSENTATION DES DONNÉES DE PLANIFICATION DISPONIBLES 74	
8.1	ANALYSE DE L'ENQUÊTE ORIGINE-DESTINATION (EOD) DE 2018	74
8.2	ANALYSE DES DÉBITS ET DE L'ACHALANDAGE	85
8.2.1	DÉPLACEMENTS PAR VÉHICULE	85
8.2.2	CAMIONNAGE ET VÉLO	91
8.2.3	ACHALANDAGE DU TRANSPORT EN COMMUN	92
8.3	IDENTIFIER LES VARIATIONS DE DÉBIT ET D'ACHALANDAGE	96
8.3.1	FENÊTRES TEMPORELLES : TAUX DE VARIATIONS.....	96
8.3.2	FENÊTRES TEMPORELLES : CHANGEMENTS BRUTS	105
8.4	COMPARAISON MOIS SUR MOIS DES TRAVERSÉES PAR MODES	108
8.5	LIMITES DES DONNÉES EXISTANTES.....	113

8.6 CONCLUSION SUR LES DONNÉES EXISTANTES	114
8.6.1 L'EOD 2018	114
8.6.2 LES DONNÉES DE DÉBITS ROUTIERS ET D'ACHALANDAGE.....	115
8.6.3 EFFETS STRUCTURELS DURANT LA PÉRIODE.....	116
 SECTION 3.....	 118
 9. OBJECTIFS DE LA SECTION 3	 118
 9.1 CONCEPTION D'UNE ENQUÊTE AD HOC POUR ÉVALUER L'INDUCTION INVERSE.....	 118
9.1.1 POPULATION CIBLÉE	118
9.1.2 ÉCHANTILLONNAGE	118
9.1.3 QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE	120
9.1.4 STRATÉGIE ANALYTIQUE	121
9.1.5 LIMITE DE L'ENQUÊTE.....	121
 10. ANALYSE DE L'ENQUÊTE AD HOC.....	 122
 10.1 PRÉSENTATION DES DONNÉES ET DESCRIPTION DES PARTICIPANTS..	 122
10.1.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES.....	123
10.1.2 CARACTÉRISTIQUES D'EMPLOI	124
10.1.3 CARACTÉRISTIQUES DE MOBILITÉ ET D'ACCESSIBILITÉ	126
10.2 VARIATIONS ENTRE LES DÉPLACEMENTS POUR LE TRAVAIL AVANT ET APRÈS LA FERMETURE DU TLHL	129
10.2.1 MODES DE TRANSPORT UTILISÉS ET PONTS	129
10.2.2 HEURE DE DÉPART	130
10.2.3 TEMPS DE DÉPLACEMENT	132
10.3 VARIATIONS ENTRE LES DÉPLACEMENTS POUR D'AUTRES MOTIFS AVANT ET APRÈS LA FERMETURE DU TLHL.....	137
10.3.1 MOTIFS ET FRÉQUENCE.....	138
10.3.2 MODES DE TRANSPORT UTILISÉS ET PONTS	139
10.3.3 TEMPS DE DÉPLACEMENT	141
10.3.4 SOMMAIRE DES CHANGEMENTS	145
10.4 USAGE ET APPRÉCIATION DES MESURES D'ATTÉNUATION DES IMPACTS 148	
10.5 ATTENTES PAR RAPPORT AUX DÉPLACEMENTS FUTURS.....	150
10.6 PERCEPTIONS PAR RAPPORT AUX ACTIONS POUVANT ÊTRE PRISES PAR LES AUTORITÉS POUR GÉRER LA CONGESTION	151
10.7 DANS LES MOTS DES RÉPONDANTS : EXPLORATION DES QUESTIONS OUVERTES	154
10.7.1 L'IMPACT DE LA FERMETURE PARTIELLE.....	155
10.7.2 LES MESURES D'ATTÉNUATION.....	158
10.7.3 LES COMMUNICATIONS DU MINISTÈRE	161
10.7.4 CONCLUSION DE L'ENQUÊTE AD HOC	163
 11. RECOMMANDATIONS : PROCHAINES ÉTAPES ET PERSPECTIVES DE RECHERCHES FUTURES	 166

12. CONCLUSION GÉNÉRALE DU RAPPORT	168
13. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	173
14. ANNEXES	179
14.1 TYPOLOGIE DE HUIT LOGIQUES DE CHOIX MODAL DE HOSOTTE, 2022	179
14.2 GRILLE D'ENQUÊTE PAPIER DE ZHU ET COLL. 2010	181
14.3 LETTRES D'INVITATION.....	182
14.4 CERTIFICAT D'ÉTHIQUE	184
14.5 QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE	185

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Options d'atténuation des effets d'une fermeture de route par mesure d'offre et de demande	27
Tableau 2 Composantes de l'induction inverse dans les cas de réduction de capacité	28
Tableau 3 Exemples de termes de recherche bibliographique	30
Tableau 4 Informations sur les études sélectionnées.....	32
Tableau 5 Résultats des études recensées, court et long terme	43
Tableau 6 Source des données et fournisseurs pour les comptages routiers et l'achalandage sur le réseau de transport en commun	70
Tableau 7 Déplacements quotidiens issus de l'enquête OD 2018 selon la région d'origine et de destination	75
Tableau 8 Traversées du fleuve par des automobilistes avec pont déclaré... 77	
Tableau 9 Distributions modales en transport en commun, déplacements interrives du fleuve direction nord et sud, sur 24 heures	78
Tableau 10 Caractéristiques des déplacements de conducteurs traversant le TLHL et les autres ponts traversant le fleuve vers la Rive-Sud	80
Tableau 11 Déplacement passant par les ponts vers la Rive-Sud: caractéristiques des individus conducteurs, données pondérées	84
Tableau 12 Variations réelles de débits et d'achalandage sur le TLHL et sur les infrastructures alternatives selon les fenêtres de 12 et de 6 mois.....	106
Tableau 13 Caractéristiques sociodémographiques des participants (n=311) selon la direction des déplacements	124
Tableau 14 Caractéristiques d'emploi des participants (n=311)	126
Tableau 15 Options de transport disponibles aux répondants, pourcentage (n=311).....	127
Tableau 16 Posture face au transport en commun (n=311) et obstacles (n=221)	128
Tableau 17 Variation dans les modes de transport utilisés pour le navettage	130
Tableau 18 Part du navettage sur le TLHL et les autres ponts depuis la fermeture partielle (n=306).....	131
Tableau 19 Augmentation perçue des temps de déplacement et différence entre les temps de navettage avant et depuis les travaux du TLHL.....	133
Tableau 20 Comment se comparent les temps de déplacements actuels par rapport à ce qu'ils étaient avant la fermeture partielle du TLHL en fonction de la direction (% par rangée).....	133
Tableau 21 Temps de navettage avant et depuis les travaux et différence de temps (minutes) par différents groupes.....	136
Tableau 22 Déplacements les plus fréquents pour d'autres raisons que le travail, selon la raison	139
Tableau 23 Variations dans les modes de transport utilisés pour d'autres déplacements (n=237 avant et n=199 depuis).....	141
Tableau 24 Part des autres déplacements sur le TLHL et les autres ponts depuis la fermeture partielle (n=197)	141

Tableau 25 Temps de déplacement avant et depuis les travaux et différence de temps (minutes) pour différents groupes	144
Tableau 26 Changements d'habitudes déclaré vers le travail et pour d'autres motifs depuis la fermeture du TLHL	146
Tableau 27 Autres éléments de la vie qui pourraient expliquer les changements de comportement* (n=311)	148
Tableau 28 Usage des mesures d'atténuation (n=311).....	149
Tableau 29 Satisfaction par rapport aux mesures d'atténuation si usage, échantillon variable	150
Tableau 30 Intentions de navettage (n=311) et d'autres déplacements que le navettage (n=231) une fois les travaux terminés	151
Tableau 31 Typologie de huit logiques de choix modal de Hosotte, 2022 ...	179

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Courbe d'offre et de demande appliquées à la capacité routière : Équilibre en condition de faible achalandage	15
Figure 2	Demande induite durant une période de croissance de la demande ou de changements structurels	17
Figure 3	Induction à court (distributif) et à long terme (génératif) (inspiré de Cervero, 2003).....	19
Figure 4	Déplacements induits et demande induite dans le temps.....	19
Figure 5	La conjecture de Mogrige : Impact des investissements dans un mode sur les parts modales d'autres modes	21
Figure 6	Modèle en quatre étapes : approche traditionnelle et besoins de rétroactions	24
Figure 7	Élargissement de la pointe, baisse de volume maximal et meilleur usage de la capacité	28
Figure 8	Schématisation des structures de données de comptages et de vitesses utilisées dans les études	38
Figure 9	Secteurs de l'enquête OD	64
Figure 10	Carte des ponts à l'étude avec les modes de transport potentiellement disponibles	67
Figure 11	Carte des voies d'accès aux différents ponts à l'étude et voies de contrôle.....	68
Figure 12	Déplacements interrives pour conducteurs avec ponts déclarés selon la région de provenance et de destination, données pondérées.....	81
Figure 13	Déplacements par le TLHL pour conducteurs avec ponts déclarés selon la région de provenance et de destination, données pondérées ...	81
Figure 14	Déplacements selon les ponts utilisés par les conducteurs ayant déclaré un pont traversant le fleuve, total des deux directions, données pondérées.....	82
Figure 15	Déplacements traversant le fleuve par tous les modes de transport selon le motif, données pondérées.....	82
Figure 16	Déplacements par le TLHL pour conducteurs avec ponts déclarés selon le motif, données pondérées.....	83
Figure 17	Débits mensuels bidirectionnels sur le TLHL et estimations selon le modèle du MTMD	86
Figure 18	Débits mensuels sur le TLHL, direction Montréal, en fonction des mois de l'année	87
Figure 19	Débits mensuels dans le TLHL, direction Rive-Sud, en fonction des mois de l'année	87
Figure 20	Débits mensuels bidirectionnels sur les trois ponts proposant un trajet alternatif à la traversée du TLHL	88
Figure 21	Débits mensuels sur deux tronçons de contrôle théoriquement non affecté par le TLHL	90
Figure 22	Débits mensuels sur les voies d'accès aux ponts de la Rive-Sud (réseau potentiellement impacté).....	90
Figure 23	Le camionnage sur les ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain.....	91

Figure 24 Passages de vélos sur les ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain : des données incomplètes	92
Figure 25 Achalandage mensuel des lignes de transport en commun sur rail de la région de Montréal	94
Figure 26 Achalandage mensuel des lignes d'autobus plus directement liées au TLHL par leur proximité.....	95
Figure 27 Achalandage mensuel des infrastructures de transport en commun sur les ponts plus à l'ouest de l'île de Montréal.	96
Figure 28 Exemples de démonstration des calculs de variations moyennes sur différentes périodes temporelles	97
Figure 29 Taux de variation (%) pré/post des débits moyens mensuels de véhicules par direction pour le TLHL et les autres ponts traversant le fleuve	98
Figure 30 Taux de variation (%) pré/post des débits moyens mensuels de véhicules par direction pour les voies d'accès potentiellement impactées	99
Figure 31 Taux de variation (%) pré/post des débits moyens mensuels de véhicules par direction pour les routes de contrôle régionales	100
Figure 32 Taux de variation (%) pré/post des débits moyens mensuels de camions par direction pour les ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain	101
Figure 33 Taux de variation (%) pré/post de l'achalandage moyen mensuel du transport en commun (RTL) par direction.....	103
Figure 34 Taux de variation (%) pré/post de l'achalandage du transport en commun d'appoint ajouté par EXO sur le TLHL en direction de Montréal	104
Figure 35 Taux de variation (%) pré/post de l'achalandage du transport en commun (EXO, autobus, métro et rail) en direction de Montréal	105
Figure 36 Tendances normalisées (score z) sur 5 ans pour les 5 types d'infrastructures à l'étude	107
Figure 37 Tendances normalisées (score z) sur trois périodes distinctes pour les 5 types d'infrastructures à l'étude	108
Figure 38 Comptage des traversées interrives en voiture et en transport en commun, et pourcentage du transport en commun	111
Figure 39 Comptage des traversées sur le TLHL en voiture et en transport en commun, et pourcentage du transport en commun, direction Montréal	111
Figure 40 Comptage des traversées sur le TLHL en voiture et en transport en commun, et pourcentage du transport en commun, direction Rive-Sud	112
Figure 41 Part des déplacements de véhicules par le TLHL sur l'ensemble des traversées du fleuve par des véhicules	112
Figure 42 Distribution des répondants selon le lieu de résidence et de travail (n= 311).....	123
Figure 43 Horaires de travail et de télétravail des répondants.....	125
Figure 44 Somme des obstacles à l'usage du transport en commun pour le navettage (n=221).....	129
Figure 45 Distribution des heures de départ pour le travail avant et depuis la fermeture partielle (n=309 avant, n=305 après).....	131
Figure 46 Distribution des heures de départ pour le travail avant et depuis la fermeture partielle selon la direction.....	132
Figure 47 Pourcentage cumulatif des temps de navettage avant et après le début des travaux (observations <95 ^e percentile).....	134

Figure 48 Relations entre les temps de déplacements pour le navettage avant et après les travaux.....	135
Figure 49 Pourcentage cumulatif des temps de déplacement pour autres motifs avant et après le début des travaux (observations <95 ^e percentile).....	142
Figure 50 Relation entre les temps de déplacement pour autres motifs avant et après le début des travaux.....	143
Figure 51 Sommes des changements d'habitudes liés aux travaux	147
Figure 52 Comment les pouvoirs publics devraient, selon vous, répondre aux problèmes de congestion des ponts à Montréal?	152
Figure 53 Réponses favorisées aux problèmes de congestion des ponts à Montréal par groupes de répondants	153

GLOSSAIRE

ARTM	Autorité régionale de transport métropolitain
CGD	Centres de Gestion de Déplacements
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
DJMA	Débit journalier moyen annuel
DJMM	Débit journalier moyen mensuel
EOD	Enquête origine-destination
EXO	L'identité de marque du RTM, publicisée avec la graphie exo. Exo est un préfixe qui signifie « à l'extérieur »
GES	Gaz à effet de serre
IC	Intervalle de confiance
ISQ	Institut de la statistique du Québec
MOTREM	Modèle de transport urbain de la région de Montréal
MTMD	ministère des Transports et de la Mobilité durable
PJCCI	Ponts Jacques-Cartier et Champlain Incorporée
PMD	Politique de mobilité durable
REM	Réseau express métropolitain
REV	Réseau express vélo
RTM	Réseau de transport métropolitain
STM	Société de transport de Montréal
RTL	Réseau de transport de Longueuil
TLHL	Tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine

SECTION 1

3. INTRODUCTION

3.1 Contexte du projet

Le ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD) ne dispose, à l'heure actuelle, d'aucune étude ou méthodologie portant explicitement sur l'induction inverse sur son territoire. Le présent projet de recherche vise à améliorer et à optimiser la planification des projets au Ministère, et ce, en offrant une première base solide sur l'analyse des impacts de la réduction de la capacité routière sur la demande en déplacement.

Le projet de recherche vise donc à fournir une approche méthodologique généralisable et applicable aux futurs travaux d'envergure du MTMD. La démarche devrait permettre l'évaluation du potentiel d'analyse des données existantes et du besoin en données additionnelles pour comprendre les impacts des fermetures routières temporaires de longues et courtes durées, voire des fermetures permanentes.

Une abondante littérature scientifique a démontré que les comportements de mobilité sont fortement déterminés par les options de transports disponibles (Bucsky et Juhász 2022 ; Duranton et Turner 2011 ; Hsu et Zhang 2014 ; Hymel 2019 ; Crozet et Mercier 2016). Cette documentation porte en grande partie sur la démonstration du phénomène de demande induite, soit qu'une augmentation de la capacité autoroutière dédiée à l'autosolo provoque une hausse proportionnelle de la circulation automobile (Litman 2021). Autrement dit, l'augmentation de la capacité routière est un encouragement à la mobilité automobile et se traduit généralement par une augmentation équivalente de la demande. Dans un tel contexte, l'augmentation de la capacité routière peut s'avérer être une stratégie inefficace pour réduire la congestion. Par conséquent, d'autres solutions doivent être envisagées pour assurer la mobilité durable des personnes et des marchandises.

En ce sens, davantage d'intérêt devrait être porté sur le procédé inverse de la demande induite, soit l'induction inverse. Il s'agit du phénomène par lequel une réduction localisée de la capacité routière (fermeture d'un pont ou d'un segment de route, piétonnisation d'une rue, réduction du nombre de voies, réaffectation d'une voie pour le transport collectif, etc.) mène à une diminution globale de la demande routière sur le réseau (Cairns et coll. 2002).

Une importante étude sur le sujet a analysé 70 cas répartis dans 11 pays (principalement en Europe, mais aussi en Amérique du Nord et en Australie) où des travaux ont mené à une réduction de la capacité sur un lien routier (Cairns et coll. 2002). Il est à noter que l'horizon de temps analysé pour ces études de cas pouvait aller de quelques jours à quelques années. Malgré une variabilité dans les résultats, il est possible de constater une diminution du volume de circulation dans la région d'étude, et ce, dans la forte majorité des cas. De plus,

cette étude, comme d'autres sur le sujet, suggère que cette circulation diminuée peut être attribuable au fait que la population adopte des comportements de mobilité plus durable suite aux réductions de capacité (European Commission, 2004 ; Litman 2021). Bien que ceci ne soit habituellement pas quantifié dans les études sur le sujet, une réduction de la capacité routière permettrait notamment de stimuler un transfert modal, de réduire la fréquence des déplacements et de réduire la distance parcourue. Ces changements peuvent aller jusqu'au changement du lieu de résidence ou de travail d'un individu, de manière à favoriser ces comportements (Litman 2021). Ces effets potentiels correspondent bien à l'approche de la politique de mobilité durable du gouvernement du Québec (gouvernement du Québec, 2018) dont il sera question plus loin dans le document.

3.2 Objectifs de la section 1

Le projet de recherche consiste à documenter le phénomène d'induction inverse, à évaluer l'apport potentiel des données existantes à l'analyse du cas particulier du TLHL, et à l'élaboration et au déploiement d'un outil d'enquête permettant une analyse plus précise du phénomène.

Plus précisément, la première partie de ce mandat consiste à mener une recension des écrits sur la thématique de manière à 1) définir le concept et ses fondements théoriques, 2) identifier les données, conception d'études et approches méthodologiques et statistiques typiquement utilisées, et 3) détailler les résultats de ces études reliés à la problématique. Ces démarches devraient permettre de préparer adéquatement l'étude sur le terrain des impacts de la fermeture du TLHL sur les flux de circulation et les déplacements.

Outre la présentation des études, la recension des écrits permettra d'expliquer le phénomène d'induction inverse, ainsi que ses notions connexes (demande induite, élasticité de la demande, variables influençant la demande, etc.).

4. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE DE L'INDUCTION INVERSE

4.1 La politique sur la mobilité durable

Si le réflexe général des autorités publiques a été de construire plus de routes pour une population croissante et de plus en plus motorisée, une série de constats ont mené des gouvernements successifs à contester cette approche. Les impacts de l'usage de l'automobile, particulièrement dans le contexte d'une lutte internationale aux changements climatiques, sont maintenant clairement énoncés par différents documents internationaux et nationaux. C'est entre autres le cas de la Politique gouvernementale de mobilité durable — 2030 (PMD) (gouvernement du Québec, 2018).

Ce projet de recherche s'arrime à plusieurs des orientations de la PMD, adoptée en 2018 (gouvernement du Québec, 2018). La PMD vise, par dix cibles concrètes, à transformer la façon de concevoir et mettre en œuvre les projets et politiques de transport. Ces cibles comportent notamment : d'augmenter les options de déplacement des personnes et des marchandises, de réduire les temps de déplacement entre le domicile et le travail, de réduire les déplacements en autosolo, de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et la consommation de pétrole pour le secteur du transport, ainsi que de réduire les coûts associés à la congestion.

Ces changements ne se feront pas sans modifications aux infrastructures actuelles et à notre manière d'occuper le sol. Ils nécessitent également de repenser les processus de décisions et la distribution des budgets alloués aux différents modes de transport pour le développement de nouvelles infrastructures et le maintien d'infrastructures existantes. Les résultats du projet de recherche sont susceptibles de contribuer à l'atteinte des cibles de la PMD en permettant de comprendre la façon par laquelle les individus réagissent aux changements dans l'offre de transport. Ils aideront également à identifier les mesures les plus efficaces pour parvenir à un système de transport plus durable. La PMD se cadre sur une approche de priorisation en trois étapes :

- **Réduire** les déplacements, surtout automobiles, et les distances parcourues en agissant sur l'offre et la demande de déplacement par la planification du territoire ;
- **Transférer** les déplacements vers des modes de transport moins énergivores et polluants comme le transport collectif et actif ;
- **Améliorer** les déplacements en termes d'efficacité énergétique, de coûts, de qualité et de sécurité (gouvernement du Québec, 2018).

Ces éléments de priorisation s'apparentent largement à la présentation du *paradigme de mobilité durable* que Banister (2008) propose pour faire contraste à l'approche traditionnelle en planification des transports. Ce nouveau paradigme s'appuie sur : la substitution des déplacements (pour les réduire), les politiques de transfert modal (en gérant l'offre au lieu de répondre à la demande), la réduction des distances de déplacements nécessaires (par des politiques d'usage du sol et de densification), et l'innovation technologique (comme moyen d'améliorer l'efficacité). La hiérarchisation des éléments de cette approche est

nécessaire pour éviter de se concentrer uniquement par exemple sur l'électrification des voitures individuelles.

4.2 Vieillesse, réfection et démantèlement d'infrastructures

Le contexte actuel est également marqué par le besoin de moderniser, réparer et adapter certaines infrastructures (routières et de transport en commun) développées dans les 50 à 100 dernières années. Face à des finances publiques en difficultés et des coûts de constructions en hausse et difficiles à maîtriser, quelques villes du monde ont envisagé de démanteler certaines de leurs grandes infrastructures routières ou de les remplacer par des infrastructures à échelle plus humaine (Khalaj et coll., 2020). Le passage à l'action est par contre plus rare. Le projet de modernisation de l'échangeur surélevé des Pins en 2004 et sa transformation en un carrefour en surface en est un exemple à Montréal¹. Le démantèlement d'une autoroute majeure traversant le centre de Séoul en Corée du Sud en est un autre (Chung et coll. 2012).

Les fermetures permanentes d'infrastructures routières d'envergure sont plutôt rares, mais pas inexistantes. Dans une recension systématique de celles pouvant être documentées dans les écrits scientifiques et de littérature grise anglophone, Khalaj et coll. (2020) en identifie 19 dans 45 documents (plusieurs études ont été menées sur les mêmes cas; celui de Séoul a été fréquemment étudié). En appliquant des critères d'inclusion permettant de documenter la nature de la fermeture, le moment de fermeture, ce qui l'a causé et ce qui l'a remplacé, les auteurs démontrent quelques points centraux. Ces fermetures sont croissantes dans le temps (et particulièrement depuis les années 2000), les démantèlements sont le plus souvent justifiés par des raisons économiques, des projets de réaménagement urbains, des défaillances structurelles et des enjeux de sécurité. Un appui multisource (consensus entre politiciens, professionnels d'aménagement, ingénieurs, association de résidents et communauté d'affaires) au remplacement de l'infrastructure par une solution de remplacement similaire est également fréquent. Les changements dus à des idéologies politiques, des préoccupations environnementales et sanitaires et des bénéfices à la population sont bien moins fréquents. Ces raisons moins populaires amènent les auteurs à suggérer qu'on est encore loin d'un changement de paradigme au sens où Thomas Kuhn l'entend – l'abandon, par une communauté professionnelle, de certaines perceptions, compréhensions et regroupement d'idées sur un phénomène (le besoin d'autoroutes) et l'adoption de nouvelles normes, méthodes et objectifs par rapport à ce phénomène. Les nombreuses réparations d'autoroutes à l'identique ou leurs remplacements par des structures équivalentes attestent de la continuité générale d'une perception de la dominance d'un développement centré sur l'automobile.

Dans les cas des démantèlements d'autoroutes, le texte de Khalaj et coll. (2020) identifie ce qui les a remplacées. Le plus fréquemment, ce sont des boulevards de surface (particulièrement aux États-Unis), mais l'ajout de trottoirs, de pistes cyclables, d'espace public et de développement urbain est également identifié. Quelques cas, comme ceux des villes de Boston (États-Unis) et de Madrid

¹ <https://www.ledevoir.com/societe/44957/un-investissement-de-25-millions-l-echangeur-des-pins-fera-place-a-un-carrefour-en-surface>

(Espagne), montrent que l'on a parfois remplacé une autoroute de surface par un tunnel autoroutier, tout en augmentant ou maintenant la capacité routière. Les infrastructures de transport collectif comme les tramways et les voies réservées de bus ne sont mentionnées que dans quatre cas, hors des Amériques. En tout, l'article rapporte une réduction de 80 kilomètres d'infrastructures entre 1978 et 2012, mais spécifie que cette documentation n'est en aucun cas exhaustive et reflète seulement les infrastructures couvertes par des écrits scientifiques anglophones. Difficile donc d'associer ces démantèlements à un changement de paradigme. Considérant le nombre de kilomètres d'autoroutes dans le monde, ce sont plutôt des anomalies.

Ce sont pourtant ces types de transformations permanentes de la ville qui peuvent plus clairement mener à des changements durables dans les comportements de mobilité de la population. Par contre, dans les analyses des écrits scientifiques qui suivront, on documente beaucoup plus fréquemment, et plus facilement, les impacts de réductions ponctuelles de la capacité routière (par exemple en raison de travaux). Ces études peuvent nous donner des pistes de démarches analytiques possibles tant pour l'évaluation de fermetures temporaires que pour celles de fermetures permanentes. Elles devraient aussi nous permettre d'évaluer les réactions comportementales des automobilistes.

Si les premières autoroutes sont construites au début du XXe siècle, c'est dans les années 50 et 60, avec l'usage croissant de l'automobile, que leur popularité explose dans les villes du monde (Khalaj et coll. 2020). Soixante-quinze ans plus tard, de nombreuses infrastructures ont atteint ou atteindront bientôt leur durée de vie utile et devront être réparées, améliorées ou transformées. En conséquence, la réfection du TLHL est à l'image des travaux nécessaires à d'autres infrastructures semblables dans le monde. Au Québec comme ailleurs, d'autres réfections viendront inévitablement troubler les conditions normales de circulation dans les années à venir.

4.3 Réduction de capacité : des éléments théoriques

4.3.1 Gérer la congestion par l'ajout de capacité

Les études en transport s'intéressent généralement aux conditions normales de circulation et non aux événements ponctuels et extrêmes (Guiliano et Golob, 1998) comme des fermetures de routes, planifiées ou non. Pendant longtemps, on en a donc connu peu sur l'impact de ces événements. La période historique actuelle, ponctuée de réfection d'infrastructures vieilles d'un demi-siècle et de questionnement sur l'offre de capacité routière, requiert de mieux comprendre comment les individus s'adaptent et font face à des changements dans l'offre d'infrastructure de transport. En effet, pour Banister (2008) les politiques de transport sont passées d'une approche générale visant à prévoir et pourvoir (*predict and provide*) vers ce qu'il nomme le paradigme de la mobilité durable.

En parallèle, la recherche dans le domaine s'intéresse de plus en plus aux impacts des politiques et investissements en transport sur les comportements de déplacements des individus touchés. Pour bien comprendre les effets potentiels de réduction de la capacité routière, il est nécessaire d'explorer les effets de la croissance de la capacité routière. L'un est l'inverse de l'autre et les

fondements théoriques permettant de les expliquer sont sensiblement les mêmes.

Prévoir et pourvoir : traditionnellement, le développement du réseau autoroutier se base sur une projection d'augmentation constante de la demande pour des déplacements, et ce en raison de la croissance de la population, des revenus, et de la possession de voiture. Afin de répondre à cette demande projetée toujours grandissante, la capacité routière est augmentée. Cette approche correspond en terme économique à satisfaire la demande des consommateurs. On prévoit donc la croissance des déplacements pour tenter d'offrir l'infrastructure nécessaire. Les axes où le développement de capacité est favorisé se démarquent généralement par des situations fréquentes de congestion, particulièrement durant les périodes de pointe de la journée, et ce parce que les heures de travail sont similaires pour une bonne part de la population, typiquement de 9h à 17h. L'ajout de capacité routière, souvent à grands frais, était conçu pour réduire la congestion et augmenter les vitesses de déplacement dans ces axes aux moments névralgiques (Downs, 1992; Noland et Lem 2002).

La congestion est indésirable d'un point de vue social parce qu'elle constitue une mauvaise allocation de ressources limitées (notamment le temps) et provoque une inefficacité économique (Downs, 1992). C'est pourquoi on a traditionnellement tenté de l'enrayer. Plusieurs raisons peuvent expliquer la croissance de la congestion dans les grandes régions métropolitaines. À court terme, ces facteurs se renforcent mutuellement pour exacerber la congestion :

- Croissance rapide de la population et l'emploi,
- Intensification de l'usage de l'automobile,
- Croissance limitée des voies routières,
- Échec à la mise en place de politiques visant à faire payer le plein coût des impacts que les volumes automobiles génèrent.

À plus long terme, les causes de la congestion comprennent des facteurs structurels issus de notre organisation sociale et spatiale, mais également des préférences des individus et entreprises :

- La concentration des déplacements liés au travail à des périodes spécifiques de pointe,
- Le désir de se déplacer dans un véhicule individuel,
- Le désir des individus et ménages de choisir où vivre et travailler,
- Le désir de vivre dans des quartiers de résidences unifamiliales à faible densité,
- La préférence de certaines entreprises pour des lieux d'emploi à faible densité (Downs, 1992).

Bien que ces facteurs soient identifiés dans le contexte américain, ils semblent de toute évidence trouver un certain écho ici au Québec. Force est de constater qu'au fil du temps et des ajouts de capacité, les problèmes de congestion n'ont pas été enrayerés. S'ils l'ont été, l'accalmie a été généralement temporaire. La congestion est réapparue, plus ou moins rapidement, et a rejoint son niveau initial.

4.3.2 La congestion, si mécanique que c'en est une loi

De façon intuitive, on pourrait s'attendre à ce que l'augmentation de l'offre de capacité routière augmente les débits et les vitesses et réduise la congestion. Et inversement, qu'une réduction de capacité routière ferait décroître les vitesses et volumes de circulation et exacerbe la congestion. C'est d'ailleurs généralement le cas lorsque la demande routière est faible ou modérée (Downs, 1962). Mais en situation de congestion sur des voies hautement utilisées, la réalité est souvent différente et peut sembler contre-intuitive.

C'est face à ce phénomène observé de façon récurrente que, dès les années 60, Anthony Downs émet sa Loi de la congestion routière en période de pointe (*Downs's Law of Peak-Hour Traffic Congestion*) : sur les autoroutes urbaines, la congestion augmente mécaniquement jusqu'à ce que la capacité maximale soit atteinte (Downs, 1962). Cette conception de la congestion comme étant linéaire et augmentant avec les débits de véhicules n'est pas tout à fait juste. Dans son mémoire de maîtrise, Tessier (2015, p.6) répertorie les différentes façons complémentaires de concevoir la congestion. À la base, la congestion a lieu lorsque la demande en termes de débit excède la capacité de l'infrastructure. Cette situation mène à des vitesses de circulation en deçà de la vitesse affichée et où par extension les temps de parcours deviennent plus longs qu'en condition de circulation fluide. Cette perte de temps se traduit en perte économique, d'où l'intérêt de minimiser la congestion. Si pour l'utilisateur moyen la congestion peut avoir lieu dès qu'on ne peut circuler à la vitesse affichée, le MTMD, lui, considère que la congestion a lieu lorsque la circulation sur autoroute est sous le seuil de 60% de la limite de vitesse.

Peu importe le seuil ou le niveau d'augmentation de la circulation automobile qui mène à la congestion, celle-ci peut notamment s'expliquer par les déplacements induits. Ce concept fait référence au *premier principe de Wardrop* (1952) sur les points d'équilibre d'un réseau routier : les temps de déplacement d'un véhicule sur tous les itinéraires utilisés pour un trajet sont inférieurs à celui d'un véhicule sur les itinéraires non utilisés pour ce même trajet. En somme, les individus tentent de minimiser leurs temps de déplacement et évitent les trajets plus longs. Dans une situation de congestion, les automobilistes expérimentent différents trajets et acceptent la voie congestionnée si elle est aussi onéreuse en temps que les autres options de trajet possibles. L'équilibre fait donc référence à la distribution des flux sur une série d'axes desservant les mêmes destinations.

Lorsque le temps de parcours est réduit sur l'une de ces voies par l'augmentation de capacité, un nouvel équilibre tend à être atteint, poussant de nouveaux automobilistes sur ce trajet. De façon assez mécanique, la congestion revient sur l'axe amélioré par un simple effet de retour à l'équilibre. Comment donc s'effectue ce retour à l'équilibre? Et combien de temps dure cette phase vers le retour à l'équilibre? Si on explique bien la réponse à la première question par le concept de demande induite, la seconde, sur l'échelle de temps, fait encore de nos jours l'objet de certains travaux (Cervero 2003; Noland et Lem 2002; Brown et coll. 2017).

Le concept de demande induite se définit de façon générale par la réponse comportementale des individus à l'ajout de capacité routière; réaction qui fait en sorte que la capacité ajoutée ne permet que rarement de réduire la congestion (Litman et Colman 2001; Cervero 2002; Noland et Lem 2002). L'ensemble des

réponses comportementales des individus qui mènent au retour à l'équilibre sont regroupées sous l'égide de ce que l'on nomme l'induction. Certains auteurs utilisent plutôt le terme « demande latente » pour une infrastructure en soulignant que plusieurs des déplacements existaient déjà, mais sont redirigés vers l'infrastructure améliorée, et d'autres n'étaient pas effectués. L'induction représente l'expression ou l'activation de cette demande latente.

Certains pays comme le Royaume-Uni ont commandité dès les années 1990 des études empiriques pour mieux comprendre ce phénomène et l'introduire dans l'analyse des investissements en transport au niveau national et dans les processus d'évaluation environnementale des projets routiers (Noland et Lem 2002; Noland 2007). En effet, pourquoi dépenser tant d'argent pour en revenir à une situation de congestion similaire, et sans faire de gains environnementaux associés à une circulation plus fluide?

4.3.3 Réactions individuelles : le paradoxe de Braess

Plus tôt encore, le mathématicien allemand Dietrich Braess a proposé dans les années 1950 une démonstration mathématique de l'effet pervers des comportements individuels possédant une information incomplète sur les comportements des autres utilisateurs. Le paradoxe de Braess (Crozet et Mercier, 2016) propose un simple exemple d'ajout d'une route supplémentaire à un système congestionné. Par son exemple d'ajout d'une route modifiant les temps et débits de déplacements, il démontre qu'en tentant de réduire leurs propres temps de trajet de façon rationnelle et égoïste, les individus utilisant le réseau finissent par créer une situation non optimale où tous augmentent leurs temps de déplacement.

Dans son essence, ce paradoxe nous rappelle que l'ensemble des choix individuels effectués de manière à gagner du temps peuvent collectivement générer des pertes de temps pour tous en créant un équilibre sous-optimal. Les intérêts individuels d'une population peuvent donc avoir des effets délétères lorsqu'on les considère au niveau populationnel et sur un réseau. La possession d'informations connues et inconnues sur le réseau (ce qui représente souvent la posture des utilisateurs du réseau) est aussi mise en exergue ici et explique les développements importants dans la signalisation dynamique et dans les applications de navigation du type WAZE (Crozet et Mercier, 2016).

4.3.4 Un éclairage des sciences économiques : l'induction

Les théories sur les relations entre capacité routière et achalandage des voies se basent sur le cadre microéconomique de l'offre et la demande. Une série d'études théoriques et empiriques présente les bases économiques pour comprendre l'induction. Celle-ci est en fait une réponse économique classique à l'ajout de capacité routière qui modifie les « coûts généralisés » des déplacements. Ces coûts généralisés sont les coûts monétaires de déplacement, mais aussi le temps de déplacement, et différents facteurs de sécurité et de confort (Mogridge, 1997). Les auteurs distinguent généralement les déplacements induits de la demande induite, deux volets d'un processus similaire. Les premiers, les déplacements induits, s'expriment à court terme et sont composés de déplacements existants qui convergent vers l'infrastructure améliorée, et le second, la demande induite, s'exprime à plus long terme et est composé de nouveaux déplacements. Commençons par les déplacements

induits. Sur une courbe d'offre (routière) et de demande (d'achalandage) (Figure 1), en augmentant la capacité routière, on déplace la courbe d'offre vers la droite et le nouveau point d'équilibre entre offre et demande s'en trouve déplacé à un coût (en temps dans ce cas-ci) plus faible (C^2) et à une demande accrue (Q^2). La courbe d'offre représente la capacité du réseau routier et ses liens croissants avec les coûts et quantités de déplacements. La courbe de demande, elle, chute vers le bas, représentant la réaction de consommation croissante au fur et à mesure de la réduction des coûts. En ajoutant de la capacité, on augmente la vitesse et réduit le temps de déplacement, un des éléments centraux des coûts généralisés de transport. L'augmentation de la consommation de cette capacité routière devrait donc être *attendue* et non surprenante.

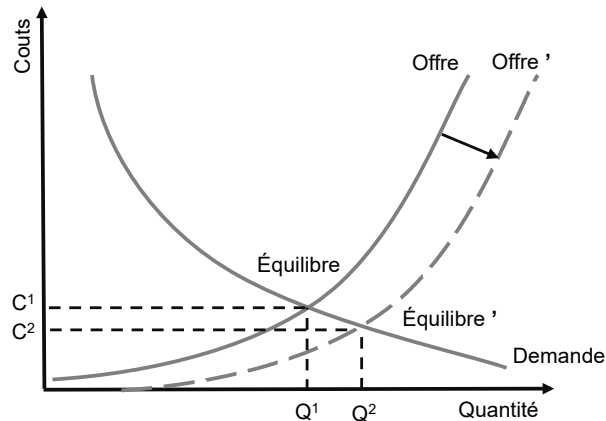


Figure 1 Courbe d'offre et de demande appliquées à la capacité routière : Équilibre en condition de faible achalandage

Pour mesurer les déplacements induits, le concept d'**élasticité** de la demande peut permettre d'évaluer le niveau d'induction produit. L'élasticité exprime la réaction de la demande face à une variation dans le coût de l'offre : taux de variation des quantités Q / taux de variation des coûts C :

$$\begin{aligned}
 &= (\Delta Q / Q) / (\Delta C / C) \\
 &= \% \text{ de changement dans les kilomètres parcourus} / \% \text{ de changement} \\
 &\text{dans la capacité routière} \quad (1)
 \end{aligned}$$

En Amérique, fréquents sont les endroits où l'automobile n'a que peu de compétition d'offre alternative, surtout pour des déplacements utilisant une autoroute. L'élasticité des transports routiers a donc été considérée dans plusieurs travaux comme étant quasi nulle, ou inélastique. Sur la Figure 1, cela s'exprimerait par une courbe de demande quasi verticale. Sans options alternatives (le transport en commun par exemple), une augmentation des coûts, ou des temps de déplacement ne se traduiraient pas, comme dans le cas de produits de consommation en concurrence, par un transfert d'un produit à un autre. La quantité consommée resterait la même. Par contre, plus des alternatives viables sont présentes, plus l'élasticité de la demande peut être élevée, et plus les consommateurs pourront faire face à des changements de coûts par le choix d'alternatives. De la même manière, une augmentation de l'offre dans un contexte de demande inélastique fait en sorte que la demande ne changera très peu. Mais si les automobilistes n'ont pas nécessairement d'autres options modales, ils peuvent toutefois par exemple utiliser d'autres

parcours, partir à différentes heures ou changer la fréquence de certains déplacements.

Ne pas prendre en compte l'élasticité mène à la surestimation des bénéfices de réduction de congestion liés à l'ajout de capacité routière (Noland 2007; Volker et al. 2020). Parce que les projets de transport proposent souvent qu'augmenter les vitesses et réduire la congestion réduise les émissions polluantes par kilomètres parcourus, les bénéfices environnementaux d'un projet seront également surestimés (Noland 2007; Volker et al. 2020; Litman 2024). La recherche empirique sur l'induction a donc tenté de calculer l'élasticité de la demande à des augmentations de l'offre de capacité. Plusieurs études ont été menées à ce sujet depuis une trentaine d'années. Si les contextes d'analyses, les méthodes et les élasticités identifiées varient largement, toutes les études identifient une élasticité positive, et donc une certaine induction des déplacements. Plusieurs des études établissent une élasticité ou des fourchettes d'élasticité selon les spécifications des modèles et les effets à court et à long terme. Par exemple, une simple élasticité de 1,03 (Duranton et Turner 2009), et des fourchettes de 0,3 à 0,6 (Noland 2001) de 0.89 à 1,06 (Hymel 2014) et de 1,24 à 1,34 (Hsu et Zhang 2014).

Dans le cadre du projet de Volker et coll. (2020) en Californie, un calculateur d'induction de la demande est offert comme point de départ (<https://travelcalculator.ncst.ucdavis.edu/>) pour évaluer un projet. Le calculateur se base sur la simple formule d'estimation de la demande induite par un projet en fonction de la croissance des kilomètres de voies et propose une élasticité de base de 1 :

$$\begin{aligned} & \% \Delta \text{ km de voies ajoutées} \times \text{ km parcourus existants} \times \text{élasticité} \\ & = \text{ km parcourus induits par le projet d'infrastructure} \end{aligned} \quad (2)$$

Une courbe de demande sans effet d'induction serait théoriquement verticale, ce qui fait référence à une demande inélastique : peu importe le prix sur la courbe d'offre, la demande resterait la même. Cette courbe décroissante de demande nous rappelle donc que les changements des coûts (généralisés) de déplacement ont pour effet de modifier la demande, dans ce cas-ci à la hausse. Les déplacements induits représentent la réponse des consommateurs aux changements des coûts généralisés du transport.

Les systèmes de transports réels sont toutefois plus complexes. Les courbes d'offre et de demande présentées dans la Figure 1 représentent un équilibre en condition de faible achalandage et de stabilité démographique d'une région. Mais avec des régions en croissance, des changements structurels au territoire, à l'emploi, et des changements de préférences de la population, la courbe de demande change également (Figure 2). Le nouvel équilibre qui suit un changement à la fois d'offre et de demande s'exprime par les coûts et quantités C^3 et Q^3 et requièrent de prendre en compte l'ensemble de ces changements pour comprendre la réaction à attendre des automobilistes à plus long terme.

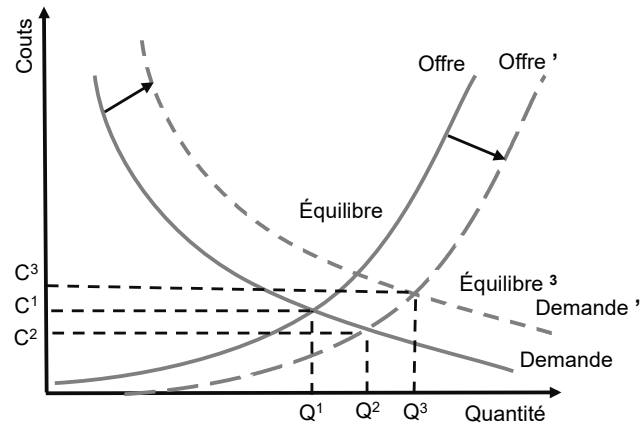


Figure 2 Demande induite durant une période de croissance de la demande ou de changements structurels

4.3.5 Déplacements induits à court terme : la triple convergence

Séparer les effets à court terme des effets de croissance à long terme et d'une demande induite additionnelle est l'objectif de plusieurs travaux. Pour ce faire, il est nécessaire de faire la distinction entre la demande induite, et les déplacements induits. Les déplacements induits regroupent l'ensemble des réactions à court terme des utilisateurs de la route qui adaptent leurs habitudes pour faire face à l'ajout de capacité. Ce sont les réactions de triple convergence décrites par Downs (1992). La demande induite, elle, est un phénomène à plus long terme où les individus transforment leurs habitudes et styles de vie au-delà des facteurs de croissance sociodémographique.

La triple convergence (Downs 1992) suggère que les voyageurs adaptent rapidement leurs comportements à un nouvel environnement de déplacement avec une capacité et des vitesses améliorées. L'auteur suggère que la congestion de pointe est inévitable parce qu'en réponse à une augmentation de capacité, à court terme les automobilistes :

- Redirigent des déplacements vers la voie maintenant plus rapide,
- Décalent dans le temps les déplacements faits à des heures moins prisées pour se déplacer durant la pointe,
- Changent de mode de transport, du transport en commun vers l'automobile, pour profiter de la capacité, et surtout des temps de déplacements, maintenant disponibles.

Cervero (2003) précise d'ailleurs que ce n'est pas l'ajout de capacité en soi qui génère l'augmentation de volume de circulation sur l'axe modifié, mais bien les changements de vitesse qu'elle engendre. La vitesse accrue constitue le bénéfice réel aux usagers actuels. À cette triple convergence se sont ajoutés des effets d'adaptation moins spontanés, mais qui peuvent avoir lieu à court terme. Les individus peuvent décider de profiter de cette vitesse accrue pour accéder à des destinations plus lointaines ou d'accéder plus fréquemment à certaines destinations. La notation mathématique de cette induction de déplacement proposée par (Bonsall, 1996) peut s'appliquer plus généralement

aussi à la suppression (ou l'induction inverse) des déplacements sous cette forme :

$$E^{ltm} = R^{ltm} + T^{ltm} + M^{ltm} + D^{ltm} + F^{ltm} \quad (3)$$

Où :

E^{ltm} = Volume supplémentaire ou réduit sur l'axe l au moment t par le mode m

R^{ltm} = Réacheminement sur (ou de) l'axe l au moment t par le mode m

T^{ltm} = Déplacement temporel sur l'axe l au moment t par le mode m

M^{ltm} = Transfert vers le mode m sur l'axe l au moment t

D^{ltm} = Changement de destination sur l'axe l au moment t par le mode m

F^{ltm} = Changement de fréquence, ajout ou suppression de déplacements sur l'axe l au moment t par le mode m

Bien que cette formule soit simplement additive, certains effets pourraient être combinés. Par exemple, changer à la fois de mode et d'heure de déplacement. La formule aide toutefois à comprendre comment outre les déplacements ajoutés (induction réelle) ou supprimés (réduction réelle), les autres modifications aux déplacements proviennent d'un transvasage d'un axe à un autre, d'un mode à un autre ou d'une période à une autre par exemple. On pourrait donc théoriquement calculer comment les parts de déplacements repeuplent un axe agrandi ou ajouté, ou se redistribuent sur un axe supprimé ou réduit en capacité.

Cervero (2003) formule ainsi que certains facteurs peuvent être compris comme *distributifs*, les déplacements induits, ou la demande existante réorganisée dans le temps et l'espace, et d'autres comme *génératifs* de nouveaux déplacements, la demande induite. Il distingue ainsi un modèle d'analyse à court terme d'un modèle à plus long terme qui comprend aussi des changements dans l'environnement bâti, la population et des facteurs économiques (Figure 3). Dans le modèle à court terme, on peut voir que l'augmentation de capacité se transforme en avantage de vitesse accrue, qui favorise l'augmentation de volume de circulation. Puis, le bénéfice de la vitesse s'érode par une augmentation graduelle des déplacements redistribués, et laisse place à un retour à des conditions de congestion, pour un plus grand nombre d'utilisateurs.

4.3.6 Demande induite à long terme et développement urbain

Dans le modèle à long terme (Figure 3), les relations du court terme sont les mêmes, mais les bénéfices de vitesse et l'augmentation de capacité produisent indépendamment des impacts sur le développement urbain à long terme. En augmentant l'accès à des zones précédemment moins attractives, la capacité additionnelle a comme conséquence d'augmenter la valeur foncière des terrains et d'inciter à leurs développements (Cervero 2003; Noland 2007; Hymel 2019). Le gain de vitesse produit par l'investissement se capitalise donc dans les prix des propriétés bénéficiant d'une plus grande accessibilité. Ce développement urbain génère donc de nouveaux utilisateurs pour le réseau routier, ce qui se traduit par une augmentation de la demande. Une boucle de rétroaction est formée quand l'augmentation de la demande amène les autorités à augmenter encore une fois de plus la capacité routière (Volker et coll. 2020). Si le bénéfice de vitesse accru se maintient dans le temps, dans les rares cas où la demande

était faible avant l'ajout de capacité, l'incitatif à ajouter de la capacité routière additionnelle sera moindre.

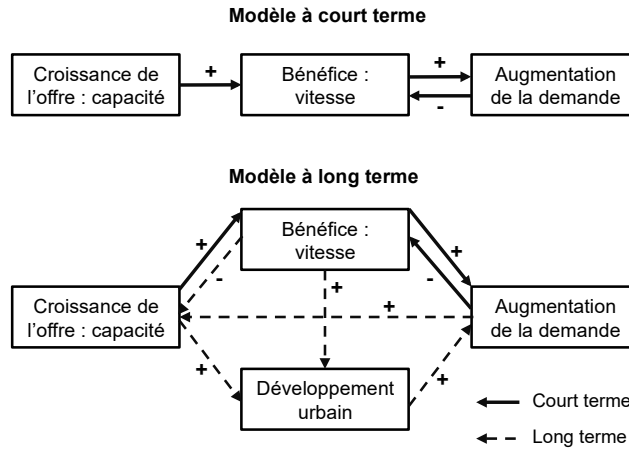


Figure 3 Induction à court (distributif) et à long terme (génératif) (inspiré de Cervero, 2003)

Schématiquement, on peut présenter ce saut plus ou moins rapide dans les volumes de circulation à court terme qui accompagnent l'augmentation de capacité (Figure 4). On peut également distinguer ces changements d'effets à plus long terme de demande induite par les transformations à l'environnement bâti. Il est à noter que l'« effet aménagement » du territoire (la croissance de capacité stimule un développement urbain et ce développement urbain peut avoir comme conséquence une augmentation de la demande), calculé en nouveaux bâtiments ou en permis de construction, ne permet pas de distinguer le type de développement produit, plus favorable à l'usage de l'automobile et l'étalement, ou plutôt en appui à la densification et à l'usage de modes de transport alternatifs.

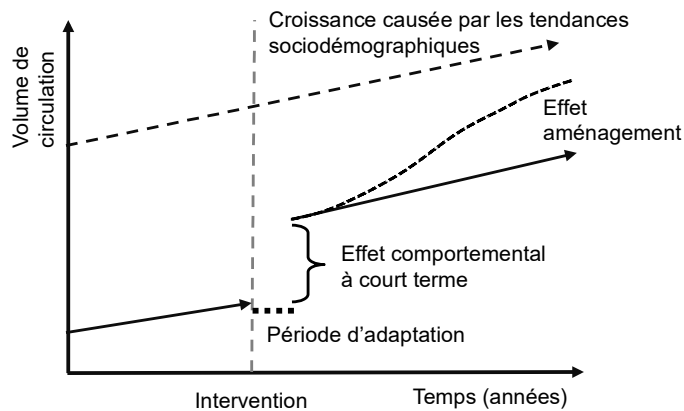


Figure 4 Déplacements induits et demande induite dans le temps

4.3.7 Et les autres modes de transport eux? La conjecture de Mogridge

Ces changements dans l'offre et la demande pour une infrastructure et dans le développement du territoire n'ont pas lieu dans un vide d'options de transport.

En compétition avec l'automobile pour s'accaparer des flux de déplacements, le transport en commun en sera également affecté. Dans un traité publié il y a plus de 25 ans, Mogridge (1997) présente comment l'équilibre entre les parts modales des transports en commun et de l'automobile sont intimement affectées l'une et l'autre par les investissements dans les infrastructures de l'autre mode de transport. En considérant un modèle simplifié des flux totaux dans une région en fonction des investissements (et donc des coûts généralisés de transport), la Figure 5 présente comment à un niveau d'offre de routes et de transport en commun, les flux de chaque mode atteindront un équilibre à leur intersection (a). À ce point, les coûts et temps de trajet *moyens* seront les mêmes pour les deux modes. L'utilisateur marginal fera face à deux options aux coûts similaires. Si des investissements sont faits pour augmenter la capacité routière, les flux de transport en commun seront conséquemment réduits vers un nouveau point d'équilibre où des utilisateurs délaisseront le transport en commun pour l'automobile (b), bien que d'autres stratégies puissent être adoptées par les utilisateurs du transport en commun. Si, inversement, les investissements tendent vers l'augmentation de la capacité du transport en commun, le nouvel équilibre se situera à (c), et des automobilistes seront tentés de faire le saut vers un transport en commun plus performant.

Ce modèle simplifié fait fi des modes doux comme le vélo et la marche, mais leurs courbes pourraient aussi être introduites dans ce modèle. Notons que cette simplification permet d'étayer un point d'importance. Chaque courbe débute d'un côté du graphe et se dirige vers le centre. C'est pour illustrer que l'augmentation des flux de voitures produit une courbe ascendante de coûts, car plus de capacité doit être offerte pour accommoder des utilisateurs supplémentaires. Le coût marginal (donc par unité additionnelle) des infrastructures augmente avec chaque utilisateur.

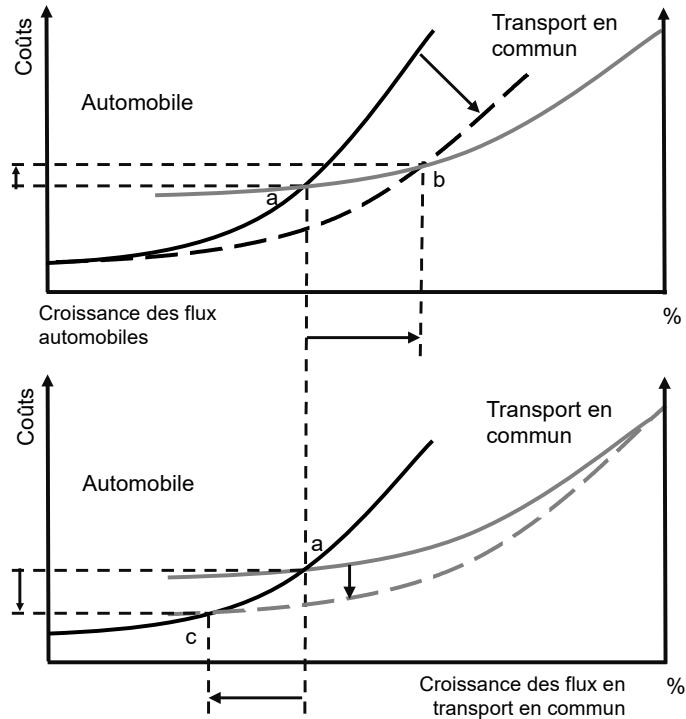


Figure 5 La conjecture de Mogridge : Impact des investissements dans un mode sur les parts modales d'autres modes

Du côté du transport en commun, c'est l'inverse. Offrir un service compétitif à un petit groupe d'utilisateurs coûte particulièrement cher, mais chaque utilisateur supplémentaire réduit le coût marginal du déplacement. Un opérateur de transport en commun peut profiter de cette augmentation d'utilisateurs pour augmenter la couverture, la rapidité ou la fréquence du service, le rendant ainsi plus attractif. Selon Mogridge (1997), le transport en commun bénéficie donc d'économies d'échelle dont le transport routier ne peut bénéficier au même titre.

Lorsque les gouvernements augmentent l'offre des deux modes de transport à la fois – et c'est une approche politique populaire pour tenter d'« apaiser » les automobilistes – la capacité globale en sera potentiellement améliorée, mais les parts modales resteront sensiblement les mêmes et les coûts baisseront modérément, ou pas. Notons aussi que si les investissements pour tout mode de transport proviennent du même budget, la convergence des utilisateurs du transport en commun vers les routes risque de réduire les recettes du système de transport en commun. Une telle situation peut engendrer une réduction du service du transport en commun et plonger ce système dans un cercle vicieux de perte de service qui pousse les utilisateurs vers d'autres modes.

Une dernière figure de cas représente l'expérience française de développer les systèmes de tramways dans plusieurs villes depuis les années 1990. Le développement d'un tramway fait glisser la courbe (Figure 5) du transport en commun vers le bas, mais du même geste, parce qu'elle retire de la capacité routière de surface, fait glisser la courbe de l'automobile vers le haut et la gauche. Le coût marginal s'en trouvera abaissé. Dans ce contexte, la croissance de la part des déplacements en transport en commun se fait en réduisant les

coûts moyens de déplacement de tous (Crozet et Mercier 2016). La même logique s'applique à la transformation de voies routières en voies réservées pour autobus. Si cela peut sembler réduire la capacité aux automobiles, Wardrop suggère que c'est en fait une amélioration de l'efficacité en termes de l'augmentation des flux d'individus sur le corridor (Cairns et coll. 1998).

Cet aspect théorique démontre l'importance de tenir compte de l'offre alternative de transport, en plus des facteurs de croissance sociodémographiques et de l'usage du sol, chose que beaucoup d'études sur l'induction ne font pas explicitement. Une exception est notable. L'étude de Garcia-Lopez et coll. (2022) démontre que la loi fondamentale de la congestion s'applique aussi aux villes d'Europe et que les élasticités calculées de la demande s'approchent également de 1. Leur analyse démontre toutefois que la présence et l'achalandage du transport en commun sur rail réduisent ces élasticités.

4.3.8 Qualifier le développement urbain résultant

Finalement, notons que les études sur l'induction ne fournissent généralement pas de détails sur le développement urbain ayant lieu en parallèle ou en réponse à l'augmentation de capacité. L'impact sera distinct si celui-ci est plutôt de type faible densité vers l'extérieur des centres, ou s'il est de densité plus grande et vers les centres des villes. C'est parce qu'en général, on tient pour acquis, et c'est généralement le cas, que le développement urbain aura lieu de façon plus dispersée dans un contexte de développement routier. Les développements urbains qui seraient construits en réponse à une croissance du transport en commun, on pourrait s'y attendre, seraient plus denses et à plus grande proximité du centre et des axes de transport en commun. C'est tout du moins le signal que le développement de l'infrastructure de transport en commun enverrait et la réponse plausible des investissements fonciers.

La réalité a toutefois été plus modeste dans la plupart des cas. On continue à développer des axes routiers même si l'offre de transport en commun a connu certaines victoires importantes avec la popularisation des idées qui sous-tendent la mobilité durable. Lorsque l'on veut éviter le développement routier et l'induction attendue, les gouvernements ont le choix de 1) réguler la congestion (en tarifant les déplacements pour les contrôler ou les restreindre et réduire la congestion) ou de 2) réguler par la congestion (en la laissant en place), ce que plusieurs préfèrent faire au lieu d'établir des restrictions peu populaires auprès de leur électorat (comme la tarification) (Crozet et Mercier 2016). On en demeure au même point, la congestion reste sur les réseaux, et les utilisateurs décident leur seuil de tolérance pour faire un déplacement de pointe. Une troisième voie s'offre toutefois, de plutôt réguler les développements urbains et appuyer l'offre d'options de transports alternatifs pour que les nouveaux déplacements et certains déplacements existants soient effectués autrement.

4.4 Le corollaire inverse à l'induction : l'induction inverse

4.4.1 Des cas plus rares, pas toujours planifiés

Parce que la croissance de la demande en capacité routière a été forte dans les 70 dernières années et parce qu'on a eu plutôt tendance à investir dans les infrastructures routières, le phénomène de l'induction a été plus étudié. Les cas de figure ne manquent pas, et les gouvernements rêvent de trouver une solution à la congestion même si la réponse politique est souvent la même; ajouter de la capacité routière.

Outre le besoin de mieux comprendre comment réagir aux fermetures de routes pour maintenir les activités au sein d'une ville, certains proposent d'utiliser des fermetures, rétrécissements (les *road diets*) ou conversions de routes (*complete streets*) pour partager la voie entre plusieurs modes de transport, redistribuer les parts modales et parvenir à une mobilité plus durable (Banister 2008; Bertolini 2020; Melia et Shergold 2018; Nixon et coll. 2018).

L'induction inverse, ou disparition de la circulation, a lieu lorsque les volumes de circulation routière réduisent à la suite de fermetures, des restrictions à l'usage ou de réductions de capacité. On considère cette induction inverse comme un corolaire inverse, car les mécanismes de réactions des automobilistes, et leurs options sont les mêmes que dans les cas d'ajout de capacité. L'effet sur une courbe d'offre et de demande peut également être formulé de la même façon : l'offre est décalée vers la gauche, et le nouvel équilibre s'en trouve déplacé vers un coût plus élevé et une quantité consommée réduite. L'exploration théorique de Cairns et coll. (1998) suggère tout du moins que cette conception est plausible et ne vient pas à l'encontre des cadres théoriques des comportements de déplacements : par exemple que le choix d'une route de remplacement n'est pas la seule alternative envisageable, que l'ajustement des horaires est tout aussi possible et, comme Mogridge le montre, que le transfert modal est tout aussi possible pour l'automobiliste se situant près du point d'équilibre des deux modes.

Mais contrairement aux événements d'ajout de capacité, ceux de réduction ne sont que rarement planifiés, financés et permanents. Les événements de réduction de capacité sont plus généralement temporaires ou ont lieu à la suite d'un événement non attendu requérant une fermeture (Cairns et coll. 1998; 2002; Hunt et coll. 2002; Melia et Calvert, 2021). Parce que les cas de fermeture d'envergure sont plutôt rares, beaucoup plus d'efforts ont été mis sur la conceptualisation et l'analyse des fermetures à court terme. Les événements temporaires peuvent s'étaler sur de courtes périodes, quelques heures ou quelques jours, ou s'étendre sur des mois, voire des années. Étant donné le peu d'occurrences de cas de réduction de capacité permanente, la conceptualisation théorique de l'induction inverse est généralement centrée sur les changements de comportement des utilisateurs à court terme et moins sur l'évolution à long terme de la population et les décisions et impacts liés au développement urbain et à la densification. Une formulation théorique des impacts à long terme des réductions de capacité est d'ailleurs difficile à identifier dans les écrits scientifiques.

4.4.2 Impacts des modèles traditionnels sur la crainte liée à une réduction de capacité

Mais le peu de théorisation spécifique à l'induction inverse trouve aussi ses racines dans les approches traditionnelles aux prévisions routières. Cairns et

coll. (1998) soulignent que si dans leur conceptualisation, la variété des réponses comportementales est possible, les modèles d'affectation du trafic traitent souvent le choix de trajet comme la seule option possible. Dans ce contexte, une réduction de capacité sur un axe d'un réseau déjà à saturation mènera inévitablement à une augmentation de la congestion là et ailleurs sur le réseau, car tous les automobilistes sont simplement réaffectés ailleurs sur le réseau. C'est en partie un artifice des modèles de demande régionale de transport en quatre étapes. Une fois les déplacements générés, les destinations distribuées et les modes de transport assignés, les déplacements automobiles resteront sur le réseau automobile à moins qu'une rétroaction soit intégrée au modèle, vers le choix de mode ou même la distribution des déplacements sur le réseau (Figure 6). De même, les changements de temporalités, de fréquences, de destinations ou l'évitement complet des déplacements devraient être pris en compte dans le modèle.

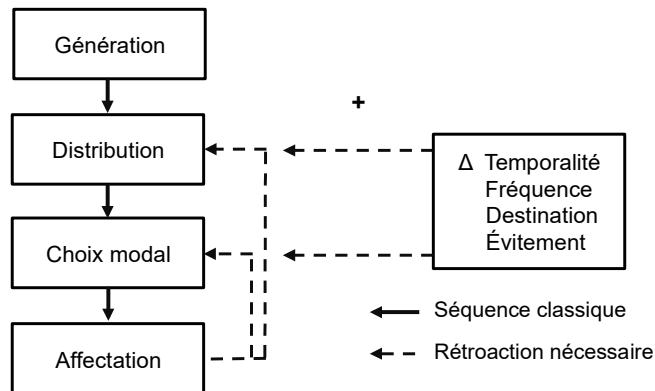


Figure 6 Modèle en quatre étapes : approche traditionnelle et besoins de rétroactions

Parce que ces modèles sont calibrés sur des données de comportements tirés des enquêtes origine-destination passées, il est également difficile de prévoir comment les perceptions des individus évoluent et évolueront en fonction des changements de mentalités, mais aussi d'offre de transport. Si l'hypothèse de poursuite des tendances s'avère souvent fort plausible, une série de différents bouleversements peuvent les rendre caduques. La pandémie de la COVID-19 et la croissance importante et soutenue du télétravail, le développement du Réseau express métropolitain (REM) et du Réseau express vélo (REV) en sont des exemples à différents niveaux d'impacts. La fermeture partielle du TLHL, un tunnel à haute capacité de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) pour une durée de trois ans en est une autre d'importance qui pourrait avoir un impact sur les prévisions de demande future.

4.4.3 Réponse aux fermetures routières : des facteurs de contexte

Étudier l'induction inverse est aussi distinct de l'analyse de l'induction, car les choix proposés peuvent nécessiter une plus grande capacité d'adaptation de la part des individus. Les actions prises par les individus affectés par la réduction

de capacité routière seront déterminées par une série d'éléments de contexte qui peuvent varier de façon importante :

- Le niveau de réduction de la capacité routière par rapport aux conditions existantes,
- Les flux directement affectés et les conditions de congestion existante,
- La présence de capacité additionnelle disponible dans le corridor immédiat,
- L'attractivité relative des routes alternatives et la disponibilité de capacité sur ces routes,
- Le type de déplacement affecté (un déplacement discrétionnaire est plus malléable),
- La disponibilité et l'attractivité des modes alternatifs,
- L'attractivité relative des destinations alternatives,
- La qualité et la disponibilité des informations sur la réduction de capacité et la disponibilité des alternatives (Hunt et coll. 2002).

L'impact global des fermetures sur le réseau reflètera donc l'ensemble des choix individuels en fonction des circonstances, des destinations ciblées, des alternatives acceptables et de l'information disponible aux utilisateurs. Les impacts sur les individus seront généralement plus ressentis lorsque leurs déplacements ont lieu lors de la pointe et pour des déplacements nécessaires (non discrétionnaires) comme l'accès au lieu de travail.

4.4.4 Hiérarchie d'options individuelles et apprentissage

Si le contexte peut façonner en partie les impacts de la réduction de capacité, l'ensemble des choix individuels des automobilistes affectés dépendent aussi de ces individus. Le coût (effort) d'identifier une alternative peut varier selon les compétences d'un individu. Cette personne a-t-elle déjà utilisé le transport en commun ou le covoiturage? Possède-t-elle un vélo? Il est théoriquement plus simple pour un automobiliste de trouver un nouveau parcours ou de partir plus tôt que d'apprendre à naviguer un système inconnu comme le transport en commun ou un programme de covoiturage (Zhu et al 2010; Brown et coll. 2017).

Dans sa thèse de doctorat, Hosotte (2022) propose d'emblée une hiérarchie de sélection des alternatives. Les automobilistes choisiraient en premier lieu de modifier le parcours, puis le mode, puis l'heure du déplacement, puis la destination. Mais à la suite des entretiens avec des individus aux besoins, expériences et contextes de vie variés, elle identifie plutôt des hiérarchisations distinctes et propres aux individus et leurs caractéristiques, besoins et compétences. L'option de décaler le déplacement dans le temps serait moins possible pour une personne aux horaires de travail fixe et l'option de changer de mode le serait moins pour une personne devant cumuler les destinations (comme aller chercher les enfants à l'école) au sein d'une même chaîne de déplacements par exemple. Cairns et coll. (1998) suggéraient, eux, qu'il n'était pas possible d'établir une hiérarchie de l'importance relative des options alternatives sur des bases théoriques, sans connaître l'univers des comportements possibles, connus, où l'effort d'apprentissage qu'une personne est prête à investir.

Étant donné cette limite potentielle dans les expériences et compétences des individus, et la volonté d'apprentissage des nouvelles options, la réaction aux

réductions de capacité peut sembler plus compliquée à analyser que l'induction. Finalement, le transfert modal est plus important lorsque les alternatives sont viables et la fermeture importante ou durable car l'effort d'apprentissage sera rentabilisé par la répétition à long terme.

4.4.5 Mesures d'atténuation des impacts

L'ajout de capacité n'a généralement pas besoin d'être accompagné de mesures additionnelles. Mais lors de réduction de capacité, les pouvoirs publics peuvent ressentir le besoin d'offrir différentes options d'adaptation aux utilisateurs de l'infrastructure réduite ou fermée. C'est d'ailleurs en partie le nœud de l'enjeu : à quel point doit-on fournir une capacité alternative pour combler le manque créé par la réduction de capacité? Et quelle en sera sa conséquence?

Les approches planifiées permettent d'élaborer des solutions de rechange pour les utilisateurs durant les fermetures, temporaires comme permanentes. Ces mesures vont généralement s'attaquer soit à l'offre de transport, soit à la demande et peuvent prendre la forme de mesures pour favoriser la capacité de se déplacer (carottes) ou pour restreindre l'usage de l'automobile (bâtons). Les mesures présentées dans le Tableau 1 proposent une variété de démarches qui peuvent être mises en place pour aider les automobilistes à s'adapter. Certaines tentent d'attirer les usagers de la route vers d'autres modes de transport alors que d'autres reconnaissent que tous les utilisateurs d'une infrastructure fermée ne pourront s'adapter par le transfert modal et continueront d'accaparer de l'espace sur le réseau routier.

L'approche visant à combiner des mesures de type carotte et de type bâton dans une même stratégie d'adaptation possède elle-même un appui empirique. Parce que les chercheurs en santé publique s'intéressent depuis plus de vingt ans à favoriser les transports actifs et à décourager l'inactivité physique associée aux déplacements automobiles, plusieurs études ont considéré des politiques et projets de transport comme des interventions à même de faire basculer les automobilistes vers le transport actif. Dans une recension systématique et méta-analyse de 121 interventions, les analyses qui recensent le déploiement simultané de mesures du type carotte et de mesures du type bâton sont généralement plus efficaces à réduire la conduite automobile et à augmenter les déplacements actifs (Xiao et coll. 2022).

Tableau 1 Options d'atténuation des effets d'une fermeture de route par mesure d'offre et de demande

Mesures de gestion de l'offre	Mesures de gestion de la demande
Carottes pour faciliter tous les déplacements et inciter au transfert modal	
Augmenter l'offre de transport en commun (TC) (fréquence du service)	Programme de covoiturage (appariement de conducteurs et passagers)
Service TC express	
Capacité additionnelle parallèle (sur route)	Programme de navettage (Vanpool)
Messages publics d'adaptation	Programme de télétravail
Titre de TC à prix réduit ou gratuit.	Programme d'horaire de travail flexible
Restrictions au stationnement sur rue pour augmenter la capacité routière	Campagne d'information (+) pour encourager la consommation locale
Avions d'observation pour déployer rapidement des équipes de dépannage et de détournement manuel de la circulation	Campagne d'information (-) pour décourager les déplacements discrétionnaires, particulièrement de longue distance
Bâtons, pour limiter les déplacements automobiles	
Voies réservées à contresens pour décourager les déplacements en auto solo	Prohiber l'usage de véhicules en fonction du numéro de plaque et du jour de semaine
	Tarification du stationnement
	Péage routier

Inspiré de Brown et coll. 2017; Noland 2007

4.4.6 Les réponses possibles à la réduction de capacité routière : les formes d'induction inverse

La formule de Bonsall (1996) présentée plus haut (4.3.5) peut être, comme on l'a déjà mentionné, directement inversée pour estimer aussi l'induction inverse à court terme. L'ensemble de l'effet de réduction de la circulation serait redistribué ailleurs, à d'autres moments ou sur d'autres modes de transport. Si l'on retranche tous les déplacements soutirés à l'infrastructure traitée pour les réattribuer, la balance résultante sera composée des déplacements littéralement disparus; ces déplacements non performés par des utilisateurs précédents de l'infrastructure, soit par une réduction de fréquence, soit par l'évitement complet. Notons que la redistribution des déplacements de pointe hors de la période de pointe à la suite d'une réduction de capacité constitue un usage efficace de la capacité disponible, car celle-ci est sous-utilisée hors de la pointe (Figure 7).

On peut faire un sommaire des différentes composantes de l'induction inverse tant dans ses impacts directs et à court terme que ses impacts indirects à plus long terme (Tableau 2). Les effets sur le long terme ne peuvent théoriquement se concrétiser que dans une situation où la capacité est supprimée de façon permanente.

Notons que si les études sur l'induction de circulation sont généralement assez sophistiquées parce qu'elles prennent une approche à long terme et intègrent les modifications à l'environnement bâti, elles ne décomposent généralement pas l'effet d'induction dans ses différentes composantes (notamment la convergence spatiale, modale ou temporelle). L'effet général à plus long terme est plus souvent détaillé. C'est parce qu'on se fie généralement à des mesures globales de kilomètres (ou miles) parcourus sur un territoire (Noland 2001; Noland et Lem 2002; Cervero 2003 Hymel et coll. 2010; Durantou et Turner 2011; Hsu et Zhang 2014; Zolnik 2018).

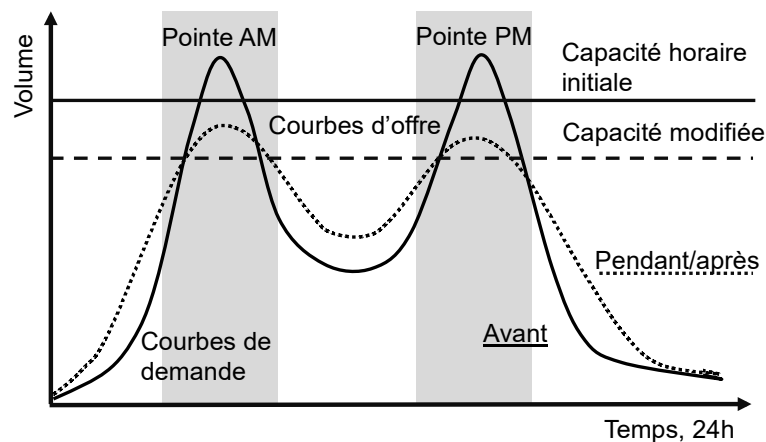


Figure 7 Élargissement de la pointe, baisse de volume maximal et meilleur usage de la capacité

Inversement, et comme on le verra dans les pages suivantes, les études sur l'induction inverse s'intéressent beaucoup plus souvent à identifier les impacts à court terme, souvent faute de cas empirique de réduction permanente non compensée par une offre routière alternative.

Tableau 2 Composantes de l'induction inverse dans les cas de réduction de capacité

Demande latente	Description
Court terme	
Déconvergence spatiale *	Changement d'itinéraire modifiant les temps et distances parcourues en dispersant les déplacements sur plusieurs routes
Déconvergence modale *	Report modal vers d'autres modes que l'automobile
Déconvergence temporelle *	Dispersion de l'horaire des déplacements pour éviter la pointe
Substitution de la destination	Changement de la destination, davantage à proximité, ou qui évite la zone affectée
Réduction des déplacements	Diminution de la fréquence des déplacements
Évitement total	Déplacements précédemment faits évités (ex : télétravail, achat en ligne)
Long terme	
Changement du lieu de résidence	Déménagement, ce qui pourra modifier les parcours et distances de parcours
Changement du lieu de travail	Nouvel emploi, ce qui pourra modifier les parcours et distances de parcours
Modification dans l'utilisation du sol et l'aménagement du territoire	Favorise une répartition moins étendue des origines et des destinations (compacité urbaine et forte densité de population)

Malgré tout, les mécanismes pouvant mener à la redistribution, la réduction et l'évitement des déplacements sont connus. Ils sont les mêmes que ceux qui mènent à l'induction de la circulation, tant à court qu'à long terme. L'inverse des mécanismes d'induction est plausible tant dans une logique comportementale qu'en fonction des théories de la circulation.

En revanche, rien ne suggère clairement et directement que les effets seront les mêmes, c'est-à-dire que la taille de l'élasticité sera la même, mais à l'inverse (une élasticité négative). Cairns et coll. (1998) suggère plutôt, sans démonstration claire, que l'élasticité de la demande face à une réduction de capacité serait non symétrique. D'ailleurs, comme mentionnées plus haut, les études sur l'élasticité de la demande tendent à être menées à long terme alors qu'à court terme, les effets ne sont généralement pas définis par des élasticités. Mais retenons que dans l'éventualité d'études à long terme des impacts de réduction de capacité routière, l'approche de Garcia-Lopez et coll. (2022) de comparer les effets dans des contextes avec et sans une capacité de transport en commun plausible serait à prescrire.

Des projets d'urbanisme tactique temporaires visant à redistribuer l'espace alloué aux automobiles vers les autres modes de transport ont été déployés dans plusieurs villes du monde. Ces projets peuvent prendre la forme de fermetures de rues, de réaménagements pour ralentir la circulation et favoriser la cohabitation ou d'appropriation de l'espace pour des activités autres que les déplacements (par exemple des placettes qui remplacent des espaces de stationnement). Dans son analyse de 25 études sur ces projets, Bertolini (2020) en vient à la conclusion que dans la majorité des cas, l'expérience est faite de façon isolée et à la pièce, les impacts sont très locaux et ne contribuent pas à la transformation globale de la mobilité urbaine. Cet effet est d'ailleurs rarement mesuré. Les études de cas mentionnées s'intéressent plus généralement aux processus et acteurs des démarches.

4.5 Recension des écrits empiriques sur l'induction inverse

La première partie de ce mandat vise à mener une recension des écrits scientifiques, des rapports d'analyses disponibles, et de la documentation du type littérature grise permettant de définir et d'évaluer les connaissances sur le phénomène de demande induite et d'induction inverse dans un contexte routier.

La recension devrait permettre de documenter les approches méthodologiques existantes, les données utilisées et les résultats de ces analyses dans différents contextes. L'équipe de recherche s'intéresse particulièrement au contexte temporel et spatial de ces interventions de réduction de la circulation automobile (permanent vs court, moyen et long terme) ainsi qu'au contexte d'implantation de ces transformations. Nous tenterons de documenter notamment pourquoi elles ont été mises en œuvre (politique publique, outil de planification, réponse à un enjeu particulier, non planifié, etc.). Les limites des approches seront aussi recensées.

Au travers de cette démarche, nous passerons également en revue les conceptions théoriques liées à la demande induite et à l'induction inverse.

4.5.1 Sélection des articles et autres documents

La recherche documentaire portera en premier lieu sur les approches théoriques permettant de mieux saisir les phénomènes de demande induite et d'induction inverse. Elle s'attardera ensuite aux études empiriques de manière à évaluer et rapporter les résultats substantiels et les constats des études. Nous tenterons

aussi d'identifier les données mobilisées, les cadres d'analyses, les approches analytiques et les éléments de contexte important à retenir pour mieux situer les démarches, leurs constats et les apprentissages pertinents à l'étude actuelle.

Pour sélectionner la littérature pertinente, nous avons procédé par une série de recherche booléenne comportant des critères d'inclusion sur les termes liés à l'induction inverse et faisant directement référence à des infrastructures routières (Tableau 3) dans les bases de données de Scopus, Sage, Cairns et Springer Nature.

Tableau 3 Exemples de termes de recherche bibliographique

Anglais
("capacity reduction" OR "traffic evaporation" OR "reduced capacity" OR "reallocating roadspace" OR "roadspace reallocation" OR "closure" OR "disappear*") AND (road OR highway OR bridge OR tunnel OR lane)
Français
("évacuation de la circulation" OR "évacuation du trafic" OR "réduction de capacité") AND (route OR autoroute OR pont OR tunnel OR voie)

Après une première sélection des études, il est devenu évident que les résultats des requêtes ne permettaient pas de bien identifier l'ensemble des types d'études qui nous intéressaient. C'est en partie dû à la variété de termes nécessaires à la requête, mais aussi au fait, on l'a constaté par après, que les travaux utilisent des vocabulaires fort distincts pour traiter du type d'évaluation qui nous intéresse ici. Les termes comme *capacity reduction*, *roadway reallocation*, *disappearing traffic*, *lane removal*, *avoided trips* et *traffic evaporation* font usage de termes qui se trouvent dans beaucoup d'autres champs de recherche. Même en mettant des restrictions faisant référence à des infrastructures routières, les résultats ressortent par milliers et n'assurent pas une capture complète lorsqu'on la met en comparaison aux références citées par les travaux identifiés initialement. Des articles sur la demande induite s'intéressent également parfois en marge à l'induction inverse.

Ces démarches nous ont toutefois permis d'identifier plusieurs articles forts pertinents avec lesquels nous avons fait boule de neige par l'analyse des listes de références bibliographiques. C'est d'ailleurs grâce à ce processus itératif que la variété de termes employés pour mener ce type d'études a émergé. De ces études initialement identifiées, nous avons également pu extraire les textes théoriques et certaines études de littérature grise sur le sujet. Ainsi, si notre approche visait une certaine systématisation des écrits, la démarche s'apparente ultimement au *scoping review*, un examen exploratoire de la portée et de l'étendue de la recherche visant à en faire un sommaire et à en identifier les constats et limites principales.

Finalement, certaines restrictions sur les études permettent d'éviter des thématiques ou approches peu pertinentes ou hors sujet. Quelques études se concentrent sur des transformations modestes au réseau routier supérieur et sur des réseaux routiers de centre-ville à faible débit. Bien que l'on conservera certaines de ces études pour leurs constats, leur intérêt est moins grand dans le contexte des grandes infrastructures sur lequel se penche le MTMD. Celles qui traitent majoritairement des accidents de la route en lien avec les changements dans la capacité du réseau par exemple seront exclues. On s'intéresse également à des études proposant un élément spatial faisant référence au

réseau routier. Les études qui traitent seulement de mesures de tarification ou de programmes d'appui au transfert modal par exemple seront exclues. De même, on exclut les études qui utilisent uniquement des outils d'enquête de la population, sans arrimage territorial à des infrastructures routières spécifiques. Finalement, parce que l'étude exhaustive de Cairns et coll. (1998) recense les travaux pertinents faits avant cette période, on se limite ici aux travaux publiés depuis.

4.5.2 Extraction des données

L'extraction des données a été menée de manière à identifier dans les textes :

- Les éléments théoriques mobilisés
- Le contexte de l'étude et des interventions sur la capacité
- La période à l'étude
- Les données de comptage et de vitesses mobilisés (par mode de transport)
- Les enquêtes produites ou utilisées
- Les autres données mobilisées
- L'approche analytique
- Les résultats centraux
- Des éléments de discussions sur les aspects innovateurs et les limites des études.
-

5. ANALYSE DES RÉSULTATS

5.1 Description méthodologique des études

De cette série d'études, quelques constats s'imposent sur les cas à l'étude, les données disponibles, les méthodologies utilisées, les approches statistiques mobilisées et les éléments de contexte qui viennent potentiellement influencer les résultats. Les prochaines pages font référence aux données extraites des études dans le Tableau 4.

Tableau 4 Informations sur les études sélectionnées

Auteur(s)	Ville, pays	Type d'infrastructure	Date, raison de la fermeture et durée	Temporalité de l'étude	Type d'étude
Brown et coll. 2017	Los Angeles, Californie, É-U.	Autoroute I-405, 375 000 passages sur une fin de semaine typique d'été. Peu d'options alternatives, terrain montagneux.	Deux fermetures de tronçon, en 2011 et 2012, pour une fin de semaine d'été chaque fois (7PM vendredi soir), pour reconstruire des viaducs. 22 km (14 miles) fermés. Évènement planifié. Nommé <i>Carmageddon</i> I et II par les médias.	Court terme	Avant- pendant- après, comparaison de deux événements similaires en séquence. Évaluation des réponses aux messages publics et médiatiques.
Bucsky and Juhasz, 2022	Budapest, Hongrie	Neuf ponts de la région centrale de Hongrie, incluant Budapest	Ponts construits, élargis, rétrécis (par voies réservées au transport en commun, 2002) et fermés (pour réparation, 2018).	Induction à long terme, 1965-2019; induction inverse à long terme.	Évolution sur 55 ans et deux épisodes de réduction de capacité évaluée cinq et deux ans après.
Chung et coll. 2012	Séoul, Corée	Voie express élevée Cheonggyecheon au centre-ville, 5.84 km, 4 voies. 168 000 passages par jours.	1er juillet 2003, démantèlement permanent en raison des impacts négatifs sur Séoul.	Effets court terme quelques semaines avant et après, effets long terme trois ans après.	Avant - durée des travaux - après la fermeture permanente, avec contrôle pour la ville entière.
Hunt et coll. 2002	Calgary, Alberta, Canada	Center Street Bridge, 4 voies, 34 000 passages par jour	Août 1999, fermeture de 14 mois pour réparations majeures. Deux voies pour transport en commun et piétons maintenues ouvertes durant les travaux. Réouverture en septembre 2000.	Moyen terme, 3 mois avant et 9 mois après	Avant- pendant avec contrôle par une artère non affectée

CONCEPTUALISATION ET ANALYSE DE L'IMPACT D'UNE ENTRAVE MAJEURE ET DE LONGUE DURÉE SUR LES
COMPORTEMENTS DE MOBILITÉ : LE CAS DU TUNNEL LOUIS-HIPPOLYTE-LA FONTAINE (TLHL)

Melia et Calvert, 2021	Deux cas indépendants: 1) Taunton, Somerset, R.-U. et	1) Piétonnisation planifiée sur petit tronçon (St-James Street) de petite municipalité.	1) Piétonnisation en mai 2019 avec objectif de permanence potentielle;	Court terme	Avant- pendant
	2) Bristol, R.-U.	2) Fermeture temporaire planifiée du pont Bristol à cause d'une manifestation.	2) Pont fermé pour 5 jours en 2019	Court terme	Avant- pendant
Nello-Deakin, 2022	Barcelone, Espagne	Interventions d'urbanisme tactique sur 11 rues centrales. Intention de rendre ces réductions de voies permanentes.	Réduction de voies de circulation sur 11 rues entre novembre 2019 et avril 2021 dans le contexte de la Covid-19. La majorité des restrictions ont lieu en mai 2020. Réductions d'une à deux voies, généralement de 50% de la capacité. Vitesse réduite de 50 à 30km/h sur les voies restantes.	Court à moyen terme	Avant- pendant
Pozzoni et coll. 2023	Bologne, Italie	Interventions d'urbanisme tactique temporaire : plaza publique (300m carrés) à la croisée de rues pour augmenter la sécurité et l'autonomie des enfants d'une école avoisinante.	Fermeture des rues entre mars 2022 et mars 2023 (12 mois) planifiées par les autorités publiques.	Court à moyen terme, sept. et oct. 2021 et sept. et oct. 2022.	Avant- pendant
Tennoy et Hagen, 2021	Oslo, Norvège	Tunnel Bryn, 4 voies, 70 000 passages par jour.	20 février 2016, 14 mois, réfection de mise à niveau aux standards européens. Fermeture de deux sur quatre voies.	Court et moyen terme	Avant - pendant - après
Zhu et coll. 2015	Minneapolis, Minnesota, États-Unis	Pont I-35W, 8 voies, 140 000 passages par jour.	1er août 2007, Effondrement du pont, nouveau pont en place le 18 septembre 2018, réouverture pas couverte par l'étude.	Impacts sur les ponts environnants et le réseau à court terme et moyen terme.	Avant - pendant - après

5.1.1 Cas à l'étude et échelles temporelles et spatiales

Si une grande partie des études s'intéresse à des entraves temporaires, peu d'entre elles étudient l'impact des fermetures permanentes. L'étude de Chung et coll. (2012) portant sur le démantèlement d'une autoroute urbaine de taille à Séoul fait cas à part étant donné les rares exemples où les pouvoirs politiques ont eu le courage de leurs ambitions de réduction des impacts négatifs de larges infrastructures sur le tissu urbain et les populations environnantes. Cette autoroute surélevée en plein centre de la ville a été entièrement démantelée, sans capacité routière de remplacement. Les voies de service en dessous qui permettait l'accès sont restées en place et converties en boulevard urbain, mais l'emprise de l'autoroute accueille maintenant le ruisseau canalisé lors de sa construction.

Les cas de fermetures temporaires peuvent varier dans leurs causes, de l'effondrement de ponts, comme c'est le cas pour le pont I-35W au Minnesota (Zhu et coll. 2010), à des fermetures pour une réfection de mise à niveau. C'est le cas du tunnel du Bryn à Olso en Norvège (Tennoy et Hagen, 2021) et du pont Deák Ferenc à Budapest en Hongrie (Bucsky et Juhász 2022). Plus près de nous, le pont Centre Street à Calgary (Hunt et coll. 2002) a également été fermé pour remise à niveau après 80 ans de service. Outre les fermetures, des réductions de capacité (pour ajout de voies réservées par exemple, comme le pont Erzsébet à Budapest) ont aussi permis des études de variation de flux routier. Les capacités initiales de ces infrastructures doivent être prises en compte. Avec ses 375 000 passages par fin de semaine typique, l'autoroute I-405 à Los Angeles est probablement la fermeture la plus conséquente. Mais la période aura été limitée à deux fins de semaine de fermeture pour réfection en deux ans (Brown et coll. 2017).

Contrairement aux fermetures liées à des événements subits, ces réfections sont généralement planifiées par les autorités, annoncées, et permettent aux utilisateurs de planifier leurs déplacements après les fermetures et de prendre leurs décisions en fonction des prévisions de réouvertures explicitement mentionnées par les autorités. Malgré de plus longues temporalités pour étudier les changements, une promesse de retour à la normale restreint probablement l'ampleur des réadaptations des usagers. Les réductions temporaires de capacité sont ainsi des exemples inverses imparfaits de la croissance de l'offre en infrastructure, qui, elle, est permanente.

Les grandes infrastructures autoroutières ne sont pas les seules à l'étude. Plusieurs exemples de voies d'importance mineures ou moyennes ont servi de terrain d'étude. Les plus petites études – et en l'occurrence peu convaincantes – s'intéressent à des fermetures de tronçons de quelques centaines de mètres de rue. C'est le cas d'une étude des retombées liées à la piétonnisation (Melia et Calvert, 2021) ou même à des manifestations publiques planifiées provoquant la fermeture d'une infrastructure plus importante, mais pour une courte période, comme ce fut le cas lorsque le pont de Bristol fut fermé pour une période de 5 jours en prévision d'une manifestation pour le climat (Melia et Calvert, 2021). À Bologne en Italie, Pozzoni et coll. (2023) analysent également les effets de la fermeture d'une rue secondaire (et sur une courte longueur) pour la création d'une plaza devant une école. Si la perte de capacité routière est modeste, la fermeture, elle a tout de même duré environ une année.

D'autres cas plus substantiels, malgré le fait qu'ils ne bouleversent pas de grandes capacités routières, marquent l'esprit par l'ampleur de la démarche. L'analyse de la mise en place de *Superblock* et de mesures d'apaisement de la circulation en Espagne (Nello-Deakin, 2022) propose un terrain fort intéressant étant donné la popularité qu'a gagné ce concept au niveau international après les efforts de Barcelone. L'instauration de *Superblock* vise essentiellement à apaiser deux rues sur trois tant dans les axes nord-sud que dans les axes est-ouest de quartiers centraux (Nello-Deakin, 2022) de manière à créer des regroupements de pâtés de maisons isolées de la circulation routière.

Dans tous les cas, on peut en grande partie délimiter un certain périmètre d'étude et des voies de transit alternatif susceptibles de recevoir une partie des déplacements détournés par la rupture ou la réduction de service. Lorsque les modifications ont lieu dans des quartiers centraux où les alternatives routières se multiplient, le défi est d'autant plus de taille de tenter de mesurer comment la circulation s'est réadaptée. En ce sens, les études sur des ponts avec peu d'alternatives viables se présentent comme des cas forts pertinents à étudier.

La nature de la fermeture et la perte potentielle de capacité doivent donc toujours être bien prises en compte lors de la considération des résultats. Les impacts plus vastes sur le réseau seront également moins importants lors de fermetures modestes ou de courte durée.

Les études identifiées tombent généralement sous les catégories d'*expériences naturelles*, où l'on utilise un phénomène en cours ou passé pour évaluer ses impacts, ou bien d'*études d'interventions*, où une fermeture planifiée est mise à profit pour en évaluer ses conséquences. Dans le premier cas, on est largement dépendants de données administratives récurrentes pour mener à bien l'analyse d'un évènement inattendu. Les auteurs mettent d'ailleurs souvent en garde le lecteur des limites des données accumulées dans de tels contextes. Dans le second cas, on peut planifier une collecte de données, comme une enquête, ou même le positionnement de stations de mesures de volume de manière à plus spécifiquement capturer les effets le plus directement possible. Un design de recherche plus rigoureux est alors généralement plus facile à mettre en place.

On tente en général d'obtenir des données précises du moment de transition vers un régime contraint par la fermeture et de les mettre en comparaison avec les conditions dans l'année qui précèdent et celle qui suit. En ce sens, les études tendent vers des approches avant-pendant, avant-pendant-après, ou même avant-après en tentant de « contrôler » les variations plus naturelles sur le territoire durant la période à l'étude. Ces variations peuvent être de nature saisonnière, ou peuvent refléter d'autres évènements importants sur la période à l'étude ou une croissance tendancielle de la population ou des déplacements.

Les études les plus sophistiquées vont prendre une approche avant-après et cas-contrôle, en observant les impacts directs sur les zones à proximité de l'infrastructure et les mettre en comparaison aux effets plus généraux sur le réseau (par ex : Nello-Deakin, 2022; Pozzoni et coll. 2023).

Parce que les volumes de circulations varient de façon importante au courant d'une année en fonction d'évènements comme les fêtes statutaires ou les

périodes de vacances, on tente parfois de séparer ces événements des conditions de circulation dites normales. Différentes options sont proposées pour tenir compte ou éviter ces variations.

5.1.2 Données routières et de transport en commun

La plupart des études utilisent des données historiques de volume et de vitesse sur les réseaux routiers accumulés par une variété de capteurs; si les boucles d'induction semblent fréquentes, des caméras équipées d'algorithme de reconnaissance d'images (lecture de plaques d'immatriculation et décompte de passagers) sont aussi mentionnées. C'est toutefois l'agrégation des données qui varient beaucoup d'une étude à l'autre.

Certaines utilisent des données quotidiennes (Zhu et coll. 2010) alors que d'autres agrègent les données au niveau des semaines (Tennoy et Hagen, 2021; Nello-Deakin, 2022), ou subdivisent une seule journée « moyenne » avant et après en tranches de 15 minutes (Hunt et coll. 2002). Ces choix sont faits en fonction des objectifs. Ces choix permettent respectivement de garder le bruit dans les données comme pertinent, d'identifier des effets généraux à plus long terme, ou de comprendre si et comment la période de pointe a été déplacée. Ainsi, l'usage de volumes quotidiens ou hebdomadaires totaux ou moyens peut obscurcir l'effet spécifique d'ajustement temporel des déplacements vers des périodes hors pointe, une des approches théoriques que les individus peuvent utiliser pour faire face à la fermeture d'une infrastructure.

Des exemples d'études comparant des stations uniques de lignes-écrans (Tennoy et Hagen, 2021) font aussi contraste à celles utilisant des sommes ou des valeurs moyennes sur le réseau, sur des portions du réseau ou sur des tronçons particulièrement affectés. Le regroupement peut perdre la spécificité des impacts sur une infrastructure, mais produire des résultats plus robustes et moins sujets aux grandes variations qu'on peut identifier sur un tronçon.

On fait parfois la distinction entre l'usage des données sur le réseau entier de manière à capturer l'effet réseau dans le cadre d'études à long terme (Bucsky et Juhász 2022), à l'usage de données sur les points d'accès au réseau aux abords de l'infrastructure entravée. Une telle approche permet de distinguer les variations spécifiquement dues à une fermeture d'infrastructure, le réacheminement sur d'autres voies spécifiques au bruit de fond du réseau routier dans son entier.

Finalement, notons que le même genre de capteurs utilisés pour faire les comptages peut aussi fournir des informations sur les vitesses des véhicules et parfois même sur le type de véhicule ou son taux d'occupation. L'étude d'Oslo peut ainsi tirer des conclusions sur les véhicules lourds (5,6 mètres ou plus) en particulier en les séparant du reste des observations (Tennoy et Hagen, 2021). Celle de Calgary (Hunt et coll. 2002) rapporte le taux d'occupation des véhicules. Malheureusement, peu d'information est donnée pour détailler la démarche méthodologique permettant d'obtenir et traiter ces données. On parle de comptage par ligne-écran et d'usage de photos radar sans spécifier la source pour le taux d'occupation.

Avec l'avènement des systèmes de navigation dans les véhicules et sur les téléphones cellulaires, le potentiel de mettre en valeur des données sur les volumes et les vitesses sur l'ensemble d'un réseau a crû considérablement. Une seule étude concernée dans notre recension fait usage de ce genre de données. L'interprétation des données est similaire à celle des comptages, mais les observations concernent des tronçons de rue et non des stations ponctuelles (Pozzoni et coll. 2023). L'avantage réside dans la capacité d'obtenir des valeurs pour l'ensemble du réseau. C'est particulièrement intéressant dans le cadre d'analyse de fermetures sur de petites rues centrales où des stations de comptage ne sont pas toujours présentes, mais moins d'intérêt sur de grands axes mieux couverts par les stations. L'approche permet également aux auteurs de classer les rues en fonction de leurs caractéristiques opérationnelles (par ex.: largeur, vitesse affichée).

À ces données sur les réseaux routiers, s'ajoutent dans quelques cas des données sur l'achalandage des systèmes de transport en commun (Hunt et coll. 2002; Zhu et coll. 2010; Chung et coll. 2012; Bucsky et Juhász 2022) pour tenter de déceler une augmentation potentielle de l'achalandage en modes collectifs retransché à la réduction des déplacements routiers, dans l'esprit de la mesure de l'induction inverse. Car, comme on l'a mentionné plus tôt, l'induction inverse est composée d'un remplacement par d'autres modes, de changement dans la temporalité quotidienne des déplacements (passage à la période hors pointe par exemple) de remplacement des destinations pour éviter l'infrastructure, de réduction de fréquence ou d'évitement des déplacements. Les déplacements qui ne sont pas remplacés ou déplacés peuvent alors constituer officiellement les déplacements réellement évités.

Parce que les systèmes de comptages de déplacements piétons et cyclistes ou de covoiturage sont bien moins développés, très peu d'études rapportent ce genre de données pour mieux isoler la réduction des déplacements du transfert modal. Elles ont toutefois été mises à profit dans le cas de Calgary (Hunt et coll. 2002). L'analyse du transfert modal s'en tient donc généralement à l'examen de l'augmentation de l'achalandage en transport en commun sur des lignes de remplacement. Certaines études mentionnent clairement l'absence des données sur les transports actifs (Zhu et coll. 2010), leur faible qualité (Tennoy et Hagen, 2021) ou l'impact négligeable de celles-ci sur le transfert modal en provenance de l'automobile (Zhu et coll. 2010) lorsque le taux d'usage du transport en commun est très faible en comparaison à la réduction de capacité.

La Figure 8 présente les différents types d'échantillonnages de données de station de comptage selon les études. Si certaines s'en tiennent à mesurer l'axe d'intervention avant pendant et après les transformations, plusieurs mettent cet axe en comparaison à des voies alternatives pouvant servir de remplacement direct à l'axe d'intervention. D'autres ajoutent une zone où l'on pourrait s'attendre à voir la circulation modifiée (Nello-Deakin 2022; Pozzoni et coll. 2023). Ces derniers suggèrent également de mettre ces données en comparaison à un bruit de fond régional (zone de contrôle régionale) permettant à la fois d'évaluer l'impact de grands chantiers, tout comme d'exclure des variations dues à de grands événements sociaux, météorologiques ou d'infrastructures. S'ajoutent dans certains cas des données de volume de transport en commun ou d'autres modes, souvent sur des axes proposant une alternative aux déplacements

contraints par la réduction de capacité routière visée. Certaines études se limitent à quelques stations clés alors que d'autres considèrent des échantillons regroupant plusieurs stations.

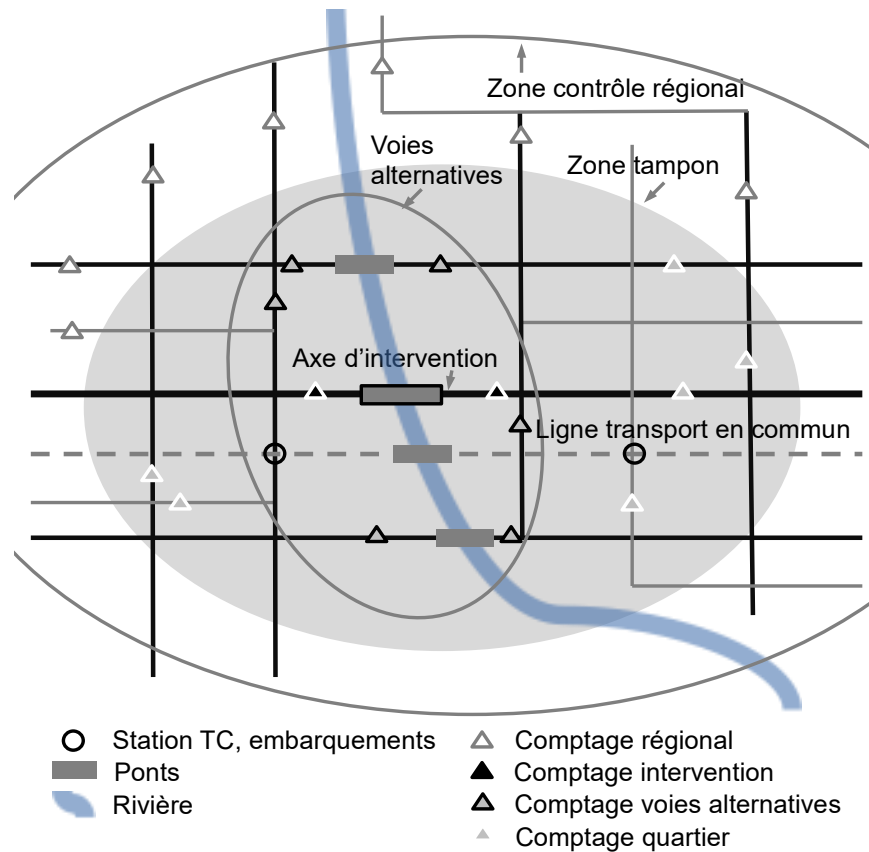


Figure 8 Schématisation des structures de données de comptages et de vitesses utilisées dans les études

5.1.3 Enquêtes

Pour pallier aux manques de données fournies par les comptages, et aux limites de ces comptages, la solution a été de déployer des enquêtes d'utilisateurs, comme l'évalue Bonsall (1996). Quelques études font état d'un déploiement d'enquêtes, mais souvent avec de faibles échantillons d'« urgence » (Zhu et coll. 2010; Melia et Calvert, 2021). On retient toutefois cette première étude comme importante, car les auteurs ont formulé un outil d'enquête simple et ajouté leur instrument d'enquête en annexe. Ils proposent une approche notamment fort adaptable au contexte de la réfection du TLHL. On y reviendra plus tard.

Parce que la fermeture était planifiée dans le cas du tunnel de Bryn à Olso, un instrument d'enquête avec plusieurs vagues consécutives de recrutement permet d'éviter de se fier à un rappel des conditions pré-fermeture. C'est probablement la forme la plus sophistiquée de collecte de données comportementales identifiée dans notre collection d'études parce qu'elle permet de suivre comment les populations s'adaptent au fur et à mesure que le temps passe, faisant l'hypothèse qu'un nouvel équilibre n'est atteint qu'après un certain

temps (Tennoy et Hagen, 2021). Par contre, le recrutement ne prend pas la forme d'un panel (ou cohorte) que l'on suivrait dans le temps.

Un des enjeux de ce type de collecte est de bien cibler la population à étudier (Bonsall 1996). Une approche a été d'utiliser les radars photo (la démarche est assumée, pas de détails sont donnés pour la source des informations sur les « propriétaires de véhicules ayant traversé le pont ») pour cibler des ménages utilisant l'infrastructure avant sa fermeture par le biais des plaques d'immatriculation enregistrées (Hunt et coll. 2002). Si l'approche cible efficacement les utilisateurs initiaux et permet de comprendre comment ils se sont adaptés, elle fait fi des potentielles adaptations d'autres utilisateurs qui auraient, durant la période, commencé à utiliser l'axe d'intérêt. Comme dans d'autres travaux, on soulève l'enjeu de l'étendue nécessaire de l'échantillonnage pour couvrir de façon représentative les changements de comportements dans la région.

L'approche utilisée la plus fréquemment est de tenter de rejoindre des utilisateurs types, soit travaillant ou résidant à proximité de l'infrastructure à l'étude par des enquêtes d'interception sur la rue et du recrutement par la poste et par les employeurs (Zhu et coll. 2010; Tennoy et Hagen, 2021; Melia et Calvert, 2021). Ces répondants deviennent des cas types d'adaptation, mais ne peuvent être mis directement en comparaison aux données de comptage.

Les enquêtes servent généralement à pallier les manques des données sur la circulation sur le réseau et mieux affirmer les options, contraintes, préférences et choix des ménages, chose que des comptages routiers ne peuvent exprimer (Bonsall 1996).

Seule l'étude de Séoul fait un usage fortuit des enquêtes origine-destination régionales en bénéficiant d'un espacement idéal entre deux enquêtes, le démantèlement d'une autoroute ayant eu lieu durant l'intervalle (Chung et coll. 2012). On y compare les parts modales avant et après le démantèlement de l'infrastructure pour la région en entier, et pour un sous-échantillon des résidents de proximité.

5.1.4 Entretiens qualitatifs

Dans l'esprit de l'étude de cas, on note la singulière présence d'une étude rapportant des entrevues menées avec des navetteurs pour compléter les données de flux routiers et d'enquêtes (Tennoy et Hagen, 2021). Un article de la même équipe et portant sur les mêmes fermetures de tunnels fait aussi usage d'entrevues et de *groupes de discussion* (focus group), cette fois-ci avec des professionnels du transport, comme des ingénieurs civils et fonctionnaires, des chauffeurs de taxi et des camionneurs (Tonnesen et coll. 2020). Les guides d'entretien tentent de mieux comprendre les contextes des décisions de ces individus. Les constats sont utilisés dans les études pour corroborer les données ou soulever des angles morts de celles-ci. Un des constats qualitatifs les plus importants de l'étude de Tennoy et Hagen (2021) s'avère être l'observation, par les navetteurs, de nombreux cyclistes utilisant les trottoirs face à une circulation plus dense qu'à l'habitude. On note aussi l'importance de la réouverture d'un métro précédemment en réfection pour expliquer l'amélioration des conditions de déplacements des navetteurs en période de fermeture d'un tunnel.

Pour l'autre étude sur l'impact des médias (Tonnesen et coll. 2020) et concernant les professionnels du transport (camionneurs et chauffeurs de taxi), ceux-ci expliquent avoir obtenu leur information sur l'évolution des travaux largement par le biais de leurs employeurs. Ils maintiennent largement leurs habitudes de déplacements et considèrent que la campagne a été mieux déployée qu'à l'habitude pour les fermetures de rues d'Oslo.

Aucun autre article scientifique documenté n'a rapporté des entretiens avec des navetteurs ou utilisateurs des infrastructures. Mais une récente thèse doctorale fait toutefois état d'une telle démarche (Hosotte et coll. 2022). Dans l'optique d'humaniser les données de comptages routiers et d'enquêtes, les participants aux enquêtes ont été invités à laisser un numéro de contact pour mener un entretien semi-directif téléphonique plus détaillé. Parmi ces candidats et à l'aide des données rapportées dans l'enquête, la chercheuse a pu recruter 28 participants selon quatre catégories : navetteurs ou touristes, et automobilistes « stables » ou personnes ayant transféré leurs déplacements vers le transport en commun depuis la réduction de capacité. On note en particulier que les choix d'alternatives aux fermetures dépendent largement de circonstances de vie des répondants. Par exemple, changer de destination est bien plus facile pour un déplacement discrétionnaire; changer de mode est souvent impossible quand le retour du travail doit être suivi d'aller chercher les enfants. Ces circonstances sont ensuite classées en une typologie de huit logiques de choix modal (voir annexe 1).

Ces rares cas d'entretiens qualitatifs démontrent que si l'approche est peu populaire, elle semble permettre de noter certains faits d'importance, et instiller plus de réalisme dans l'identification des stratégies des utilisateurs de la route en fonction de certaines circonstances.

5.1.5 Approches statistiques

Les études sont en général de nature descriptive et peu font de tests d'inférence statistique tant pour les données de volumes, de vitesse et d'achalandage que pour les données d'enquêtes. On tend plutôt à faire des démonstrations graphiques des variations de conditions avant et pendant, ou des flux sur l'infrastructure, sur son corridor et dans la région en général. Notons qu'il est probablement difficile, et possiblement futile de tenter d'associer ces variations à des changements structurels à plus grande échelle touchant la zone ou le pays.

Zhu et coll. (2010), dans leur étude du Minnesota, propose de comparer l'ensemble des données dans des régressions linéaires en isolant l'effet post-fermeture des variations annuelles, mensuelles et quotidiennes. L'usage de Root Mean Square Error (RMSE), ou l'écart quadratique moyen (l'écart-type des résidus, qui correspond à l'erreur de prévision) est une approche plus sophistiquée qui permet d'identifier des différences d'importance entre les observations avant et pendant la rupture de service. L'article sur Barcelone (Nello Deakin, 2022) soutient que même sans méthodes statistiques élaborées, d'autres démarches peuvent soutenir la validité des analyses. L'usage judicieux de comparatifs spatiaux (axes d'intervention, axes adjacents, zones tampons (500m) et zones de contrôle du reste de la ville) et de comparatifs temporels (pourcentage de variation par rapport à la moyenne globale annuelle de l'année

précédant la fermeture), ainsi que la soustraction des valeurs du bruit de fond aux mesures de volume peuvent aider à identifier clairement les variations dans les volumes sur l'infrastructure et la part des déplacements redirigés sur d'autres axes.

Pour aller plus loin et étudier le phénomène à plus grande échelle et sur une plus longue période (55 ans dans ce cas-ci), des régressions impliquant les facteurs structurels régionaux sont déployées (Bucsky et Juhász 2022). Dans cette dernière étude, ceux-ci sont : la capacité routière, le PIB (la croissance de l'activité économique est généralement associée à une croissance des déplacements et de la congestion), les kilomètres parcourus en transport en commun (la compétition) et le coût de l'essence exprimé en part des revenus moyens (un frein aux déplacements). Par cette analyse qui s'intéresse de façon plus centrale au trafic induit, les auteurs réaffirment que les facteurs qui s'appliquent à l'induction peuvent aussi s'appliquer à l'inverse de celle-ci. Ces facteurs de contrôle ne varient toutefois que très peu sur de courtes périodes et sont donc moins pertinents aux travaux du TLHL.

Bien que des séries temporelles, et des séries temporelles interrompues semblent propices au genre de données présentées, aucune des analyses consultées n'en fait usage dans le contexte des régressions multivariées.

5.1.6 En somme

En somme, la plupart des articles ont une approche orientée sur l'étude de cas, appuyée par une variété de données de nature fort distincte. Si cela permet une certaine richesse du propos, beaucoup d'entre elles sont avares de détails sur les données elles-mêmes et les raisons qui justifient les choix méthodologiques. La finesse de l'analyse laisse parfois à désirer. Les tests de significativité statistique sont rares et l'inférence hors échantillon et les tentatives de projection sont évitées.

Les études se présentent généralement comme une collection d'observations descriptives de la situation, tirées de plusieurs jeux de données dépareillés pour lesquels des liens sont difficiles à tisser. Si elles utilisent souvent des données similaires comme les comptages de véhicules, les vitesses observées, les passages en transport en commun et les enquêtes *ad hoc*, il ne semble pas y avoir d'approche unifiée d'agrégation des données pour mesurer notamment les périodes les plus pertinentes ou l'échelle spatiale la plus adéquate. Celle-ci est d'ailleurs choisie partiellement en fonction du type de réduction de capacité. On compare en fonction des jours, des semaines, des mois ou même des années et des périodes de la même journée selon l'échelle des effets que l'on veut mesurer. Si de façon individuelle, ces études présentent des constats pertinents à certaines composantes de l'induction inverse, regroupées ensemble, elles viennent broser un portrait plus complet des différentes expressions de cette induction inverse. Que ce soit le transfert modal, l'étalement des déplacements hors pointe, la redistribution sur le réseau, l'évitement des déplacements ou les variations régionales, chaque étude permet des démonstrations d'effets, mais passe à côté d'autres variations. Aucune étude n'arrive à dresser de façon concluante un portrait complet de la redistribution des déplacements, et encore moins de la réduction ou l'évitement des déplacements.

Si des effets d'induction inverse peuvent être identifiés dans chaque étude, leur sommation en valeurs moyennes n'est pas souhaitable. Les contextes à l'étude présentent des différences trop importantes dans l'étendue des réductions de capacité et dans la durée de ces réductions pour agir ainsi.

5.2 Présentation des résultats substantiels des études

5.2.1 Des combinaisons d'observations plutôt que des analyses détaillées

Le Tableau 5 présente les résultats centraux des études recensées et dégage, s'il y a lieu, des constats sur le long et le court terme. Le tableau comporte également des commentaires sur les spécificités des études, et les limites de celles-ci.

Peu d'études sont organisées clairement autour d'hypothèses testées une à la fois et proposent une approche discursive plus générale, ce qui complique l'extraction d'information spécifique à différents éléments de l'induction inverse. On en retient une série de constats souvent difficiles à agencer et comparer d'étude en étude. Reste que dans chacune d'elles, des réductions de circulation automobile à la suite de la réduction de capacité sont identifiées.

Une étude en particulier permet l'analyse à long terme d'une fermeture permanente d'une autoroute surélevée en milieu urbain, à Séoul en Corée (Chung et coll. 2012). Le suivi pendant les travaux de restauration et deux ans après la fin de ces travaux démontre que la circulation a réduit de façon graduelle et permanente. Les vitesses sur les artères adjacentes qui ont réduit initialement sont revenues à leur niveau prérestauration. L'étude démontre que tant à court terme qu'à long terme, une augmentation de l'usage du Métro est constatée. Par contre, l'achalandage des autobus a légèrement chuté, suggérant une plus grande facilité d'utiliser les transports en commun en site propre.

Tennoy et Hagen (2021) observent aussi les répercussions d'une fermeture sur une échelle de trois ans incluant la réouverture à l'aide, notamment, de quatre vagues d'enquête aux échantillons viables. Les enquêtes démontrent que les individus se sont adaptés particulièrement dans la première année de la fermeture (59%), mais que dans les deux années suivantes, c'est 24% et 28% des automobilistes qui ont changé leurs activités.

Cette persistance des choix individuels semble avoir mené dans des études à plus long terme à des réductions graduelles sur le long terme (Chung et coll. 2012; Melia et Calvert, 2021; Tennoy et Hagen 2021) jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre de vitesse et de volume soit atteint. Mais le maintien de cette réduction a seulement lieu lorsque l'infrastructure n'est pas remise en fonction par après. Les remises à niveau de la capacité originale semblent avoir mené à des retours similaires des volumes de circulation.

Tableau 5 Résultats des études recensées, court et long terme

Auteur(s) et cas	Données routières	Données Transport en commun et/ou actifs	Enquête et/ou données qualitatives	Méthode	Résultats court terme	Résultats moyens et long terme
Brown et coll. 2017 Autoroute I-405 en Los Angeles	Volumes routiers à 14 points, mesure d'effet en fonction de la distance de la fermeture. Moyennes de quatre weekends d'été 2011 et quatre weekends d'automne 2012 (sans vacances) comme pré- post.	Passagers sur lignes spécifiques du transport en commun, mêmes fenêtres de temps.	X	Comparaison descriptive et narrative de deux événements similaires et des variations en fonction des médias. Analyse des effets selon la distance des stations par rapport au site.	Carmageddon I : Chute importante sur le réseau (-50%), les voies adjacentes et le transport en commun (-20%), et même loin de la fermeture (-10% pour station à 72km de fermeture). Évitement généralisé des déplacements. Carmageddon II : Circulation réduite sur le réseau, mais augmentation sur les rues avoisnantes (+70%). Effet réduit graduellement sur les stations de mesures plus distantes. Dans les deux cas, pas de déplacements devancés ou retardés dans les fins de semaine et jours précédant et suivant les fermetures. Effet à très court terme; les volumes réaugmentent rapidement durant la fin de semaine (Évènement II, +10% le dimanche à 72km), probablement en réponse aux informations.	X

Auteur(s) et cas	Données routières	Données Transport en commun et/ou actifs	Enquête et/ou données qualitatives	Méthode	Résultats court terme	Résultats moyens et long terme
Bucsky and Juhasz, 2022 Neuf ponts à Budapest	Volumes quotidiens moyens, flux maximaux quotidiens sur chacun des ponts.	Kilomètres de services de transport en commun (seulement niveau national disponible).	X	Régression linéaire (sans effet de tendance dans le temps) des (y) volumes quotidiens moyens; x= Produit intérieur brut (PIB), Flux maximaux (capacité), km de service de transport en commun, prix de l'essence exprimé en % du revenu moyen.	X	Après contrôle, à long terme pour la période de 55 ans, une augmentation de 1% de capacité routière est accompagnée d'une augmentation de 1,06% de volume. Les impacts positifs du PIB et négatifs de l'offre de TC et du prix de l'essence sont plus forts. Les deux réductions de capacité ont amené des réductions de 4,2 et 2,4% des volumes.

Auteur(s) et cas	Données routières	Données Transport en commun et/ou actifs	Enquête et/ou données qualitatives	Méthode	Résultats court terme	Résultats moyens et long terme
Chung et coll. 2012 Voie express élevée Cheonggyecheon à Séoul	Court terme: volume sur 10 stations de la zone pour les mercredis et vendredis, pointe du matin, après-midi, et pointe du soir, vitesses moyennes quotidiennes et mensuelles mesurées sur 15 artères par 20,000 taxis équipés de GPS sur le réseau.	Passagers dans le métro hebdomadaire et mensuel.	Travailleurs(n=1 000) et résidents (n=500), Changement modal 18 jours après la fermeture, échantillonnage par quotas proportionnels; enquête OD 2002 et 2006 pour évaluation à long terme.	Description de données, tests bivariés sur enquête.	Vitesse au centre-ville demeurent la même, 6,2% déclarent avoir changé de mode à court terme. Augmentation de l'usage du transport en commun (métro), qui passe de 32% à 35,6%, mais autobus réduits de presque 2 points de %, augmentation de 3,2% et 4,9% d'achalandage du métro les premières et secondes semaines, réduction de l'usage de la route, plus de changement dans la temporalité des déplacements : 11% changent d'heure d'arrivée et 8% d'heure de départ. À long terme, dans l'enquête OD, on note une réduction régionale plus grande de l'usage de l'automobile, et une augmentation plus grande du transport en commun à proximité de Cheonggyecheon : (Auto : -5,35% pour la ville vs -4,% à proximité) (TC : +6,05% pour la ville vs +9,85% à proximité). Entre 2003 et 2005, les volumes de circulation entrante et sortante du centre-ville ont réduit de 42,8% et de 46,5% respectivement. Les vitesses ont été réduites de 2km/heure durant la période de construction pour revenir à leur valeur initiale de 15,5km/h.	X

Auteur(s) et cas	Données routières	Données Transport en commun et/ou actifs	Enquête et/ou données qualitatives	Méthode	Résultats court terme	Résultats moyens et long terme
Hunt et coll. 2002 Center Street Bridge à Calgary	Flux automobiles par tranche de 15 minutes entre mai 1999 (pré) et mai 2000 (post) pour les accès nord (dont le pont à l'étude) est-ouest (qui capturerait l'effet de la croissance sur d'autres ponts) et sud (comme contrôle des conditions régionales de base. Données sur le taux d'occupation des véhicules (mal défini).	Nombre de passages vers le centre-ville, pointe matinale (7:00-9:00) 1999-2000. Comptages piétons et cyclistes.	Enquête de n=1500 automobilistes-utilisateurs des 6 ponts traversant le Bow river avant les travaux. Recrutement via les enregistrements de plaques d'immatriculation et dissémination de l'enquête trois mois après la fermeture.	Description de données brutes et de variation moyenne pré-post.		Variation des flux automobiles par tranche de 15 minutes entre mai 2000 (post) et mai 1999 (pré) démontre une croissance rapide des flux (+700) avant 7:15, puis une réduction rapide (-700) qui demeure plus basse durant la matinée. Au total, plus de 3500 véhicules ajoutés en provenance du nord et plus de 1000 est-ouest. Le taux d'occupation des véhicules a réduit de 2%. Le transport en commun augmente de 9% dans l'axe en pointe matinale. Le nombre de piétons et de cyclistes augmente de 6,4% en pointe AM, mais ne représente que 180 usagers additionnels. 93% des automobilistes prétravaux continuent d'utiliser leur voiture; 39% partent plus tôt le matin; 3,6% ont commencé à prendre le transport en commun et 2,7% évitent le déplacement.

Auteur(s) et cas	Données routières	Données Transport en commun et/ou actifs	Enquête et/ou données qualitatives	Méthode	Résultats court terme	Résultats moyens et long terme
Melia et Calvert, 2021 Piétonnisation Taunton, Somerset au R.-U.	X	X	Enquête pré, octobre-novembre 2018, n=267; enquête post, octobre-novembre 2019, n=342.	Tableaux descriptifs, tests de chi-carré.	25% ne conduisent jamais ou moins d'une fois par semaine. Les automobilistes répondent à 98% continuer d'utiliser leur voiture, mais d'utiliser un différent trajet, plus long. Changement modal faible et non significatif. Peu d'effet sur la génération de circulation à proximité.	X
Piétonnisation Bristol au R.-U.	Décompte et analyse de vitesses par reconnaissance automatique des plaques minéralogiques (Automatic number plate recognition, ANPR) sur 9 stations au centre et plusieurs autres (?) en périphérie.	X	X	Tableau descriptif	Réduction de volume de 6,8% au centre et de 2,3% en périphérie. Augmentation du temps de déplacement de 11,1% au centre et de 2,9% en périphérie. Augmentation de l'écart-type du temps de déplacement de 4,7% au centre et de 3,3% en périphérie. Écart-type représente la variabilité et donc l'imprévisibilité des déplacements.	X

Auteur(s) et cas	Données routières	Données Transport en commun et/ou actifs	Enquête et/ou données qualitatives	Méthode	Résultats court terme	Résultats moyens et long terme
Nello-Deakin, 2022 Réduction de voies sur 11 rues centrales à Barcelone	Débits moyens quotidiens globaux (moyenne des débits selon les jours de semaines) par mois sur 4 types de rues : axes d'intervention (n=28), axes adjacents (n=24), zones tampons (500m) (n=75) et zones de contrôle du reste de la ville (n=270).	X	X	Comparaison des moyennes mensuelles de débits journaliers en fonction du temps et des types de rues. Lignes de tendances, changements relatifs à moyennes de 2019; changements relatifs à stations de contrôle	X	Réduction moyenne de 14,8% entre les rues d'interventions et le reste de la ville, on note aussi une réduction de 0,4% dans la zone des interventions (par rapport à la ville, contrôle), mais une augmentation de la circulation de 0,7% est mesurée dans les rues adjacentes aux rues d'intervention. Dans la zone tampon, 77 des 127 stations ont connu une réduction. En moyenne pour la zone entière, la réduction est de -4,1%.

Pozzoni et coll. 2023	Données passives de véhicule flottant TomTom (senseurs mobiles) pour les pointes quotidiennes (7-9AM; 1-3PM; 5-7PM) en semaine et en fin de semaine. Mesures de tests de tailles d'échantillons d'observations, de volumes et de vitesses. Classification de types routes (5 classes en fonction de la taille). Regroupement en rue d'intervention; rues adjacentes; zone d'intervention (400m, excluant les rues adjacentes); autres routes du réseau.	Analyse des variations globales sur le territoire, sur les axes enlevés, sur les voies adjacentes et dans une zone de proximité en fonction de la distance à la plaza. Test-t de différence de moyennes pour des périodes similaires avant et pendant.	Réduction sur le site de l'intervention de -23,9%. Augmentation sur rues adjacentes de 3.5% et sur les rues de la zone de proximité de 3,5%. Réduction particulièrement forte les jours de semaine et durant la pointe du soir (-28%). Pas d'induction inverse observée, car la circulation s'est largement déplacée vers les rues adjacentes. On note une modeste augmentation globale de la circulation dans le quartier entre les deux périodes. L'analyse ne permet pas d'évaluer l'élargissement de la pointe étant donné que les périodes sont préétablies.	X
-----------------------	---	--	---	---

Auteur(s) et cas	Données routières	Données Transport en commun et/ou actifs	Enquête et/ou données qualitatives	Méthode	Résultats court terme	Résultats moyens et long terme
Tennoy et Hagen, 2021 Tunnel Bryn à Olso	Débits routiers sur trois tronçons consécutifs incluant le tunnel, débit à 9 autres points de contrôle sur le réseau régional, par blocs de deux semaines; analyse généralement pour les périodes de pointe.		Enquête régionale annuelle entre 2015 et 2018, sous-échantillon de zone Bryn (2015 : n= 373; 2016 : n=1029; 2017 : n=625; 2018 : n=807); Entretiens qualitatifs avec répondants: 20 en 2016 et 20 en 2017.	Descriptive mixte, aucun test statistique	44% des travailleurs de la région du tunnel déclarent avoir été affecté. Réduction de 26-34% du volume durant la période de pointe (matin, 7:00-9:00, et soir, 15:00-17:00) durant une période de capacité réduite, -23% pour la journée entière. Retour à des niveaux légèrement sous les niveaux pré fermeture après les travaux. Faible adaptation des camionneurs (-4% pour journée et -1% pour pointe). Les vitesses sont d'environ 70km/h (vitesse limite) avant et après et baissent jusqu'à entre 20 et 35km/h durant les travaux, malgré la réduction de volume. Élargissement de la période de pointe pas constaté, elle suit le même patron qu'avant et après, mais avec des volumes plus faibles. Les deux routes d'évitement les plus plausibles ont vu leurs volumes augmenter de 12-37% dans un cas, et de 5% dans le second. En termes absolus, les augmentations de circulation sur des voies alternatives ne compensent pas la réduction de volume du tunnel.	Retour à des volumes et vitesses similaires, mais un peu plus bas après la réouverture. Les auteurs déclarent qu'il est difficile de distinguer l'effet du tunnel de l'effet d'une augmentation des coûts du péage routier sur l'anneau de contournement d'Oslo, ainsi que la remise en service d'une ligne de métro fermé pour réparations.

Auteur(s) et cas	Données routières	Données Transport en commun et/ou actifs	Enquête et/ou données qualitatives	Méthode	Résultats court terme	Résultats moyens et long terme
Zhu et coll. 2015 Pont I-35W à Minneapolis	Débits hebdomadaires sur 24 points du réseau, convertis en moyenne sur 5 jours ouvrables, détecteurs à boucle d'induction sur voies d'accès des ponts alternatifs, 24 mois.	Achalandage réseau autobus, valeurs quotidiennes et mensuelles.	n=141 répondants de deux centres d'emploi à proximité, incluant un campus universitaire.	Descriptive mixte, tests statistiques RMSE sur les débits, régressions linéaires de débits moyens, régression linéaire des volumes aux ponts, régression linéaire de l'achalandage en transport en commun.	Court terme: réduction de la vitesse et des volumes pour une période d'environ 2 mois, puis retour aux conditions pré effondrement. L'enquête révèle que les répondants affectés ont majoritairement changé d'heure de départ (75,3%), de trajet (72,7%) et de destinations (61%). Quatorze pour cent ont annulé leurs déplacements, 6,5% ont changé de mode et 9,1% ont adopté le télétravail.	Moyen terme: Effet réseau modeste. Les régressions ne montrent pas de réduction de la demande suite à l'effondrement et une augmentation de la demande un an après. Réduction totale des volumes routiers (-6,35%) sur les 15 ponts de la région traversant la rivière Mississippi. Augmentation de 6,6 % du transport en commun, mais étant donné que le TC représente 2,2% des déplacements, cet effet serait probablement non détectable sur les volumes routiers.

Les résultats dans leur ensemble remettent en cause l'idée qu'il est nécessaire d'avoir une « capacité de remplacement » égale à la perte de capacité de passages automobiles lors de fermetures similaires. La réorganisation des déplacements des ménages n'implique pas seulement des changements de parcours, mais peut aussi faire en sorte que des déplacements automobiles soient évités ou remplacés et de ce fait retirés du réseau.

Finalement, les impacts sur le transfert modal sont en général très modestes, mais plus présents dans des centres urbains desservis par un système performant et fort utilisé dès le départ. C'est le cas pour Séoul (Chung et coll. 2012) où même dans ce contexte, les répondants locaux rapportent une augmentation de 3,6%, passant de 32% de part modale à 35,6%. Sinon, les augmentations du transport en commun ne dépassent en aucun cas la barre des 10%.

5.2.2 L'importance du contexte

Quelques éléments de contexte viennent complexifier la comparaison des études et l'extraction d'information pertinente à ce rapport. On note :

La **taille et l'importance relative de l'infrastructure** dans les déplacements de la population. La pression sera beaucoup plus grande sur le reste du réseau si l'infrastructure absorbe normalement une part importante des flux de circulation (comme au Minnesota, 140 000 ou à Séoul, 168 000, vs 34 000 à Calgary). C'est pourquoi ce type d'exemple à grande capacité est particulièrement intéressant à étudier. Il est plus facile de détecter les variations sur d'autres axes, et le transfert vers d'autres modes. La compensation par des capacités de remplacement suite à la fermeture des infrastructures de grandes tailles est également plus difficile à obtenir. Il sera donc généralement plus facile de mesurer une induction inverse.

La facilité d'accès à des **voies alternatives**. Lorsque des détours importants doivent être faits pour rejoindre des infrastructures alternatives, comme c'est le cas lorsque peu de ponts permettent de traverser un cours d'eau, le fardeau de maintenir des déplacements automobiles en changeant simplement de parcours sera d'autant plus coûteux en termes d'élongation du temps de déplacement. La **localisation de l'infrastructure** en milieu densément peuplé aura donc tendance à raccourcir les trajets vers des infrastructures alternatives, mais pourrait aussi faire en sorte que des options de transport en commun ou actif soient disponibles.

L'importance de l'**offre alternative** par d'autres modes de transport. Comme on l'a mentionné plus tôt, c'est largement quand l'offre est saturée avant la fermeture d'une route et quand des options alternatives existent que les phénomènes de circulation induite et d'induction inverse ont lieu.

Lorsqu'un **métro** (ou une autre infrastructure en site propre) est disponible, le transport par **autobus** est moins favorisé que celui-ci, car plus susceptible d'être influencé par la congestion routière (Chung et coll. 2012). Avec un système de transport par métro, une partie des déplacements automobile peut être épongée par le métro sans effet sur la capacité routière.

La présence de **mesures compensatoires** créées pour faciliter la transition des automobilistes vient complexifier l'analyse et l'obtention de résultats *ceteris paribus* (toutes choses étant égales par ailleurs), car les conditions d'offre d'infrastructure en sont modifiées. Dans le cas de grandes infrastructures névralgiques comme l'autoroute I-35W au Minnesota, les pouvoirs publics ont rapidement réagi pour réduire la gravité de la situation. En l'espace de moins de deux semaines, des lignes de transport en commun supplémentaires ont été offertes et des voies de circulation ajoutées à coup de pinceau (par une réduction de la largeur de certaines voies et par une reprise des voies d'accotement) (Zhu et coll. 2010). Dans ce cas en particulier, les voies d'accotement étaient utilisées avantageusement par les autobus de la ville comme des voies réservées. Les mesures compensatoires ont donc eu pour impact de réduire l'attractivité des modes de transport alternatifs et de défavoriser le transfert modal.

Des **événements non reliés aux fermetures** peuvent aussi venir flouter les résultats. C'est par exemple le cas lorsque d'autres politiques comme des péages sont instaurés sur le réseau comme pour l'ajout d'un péage sur grande boucle de contournement à Olso (Tennoy et Hagen, 2021) ou d'autres infrastructures subissent des réparations ou des réouvertures comme ce fut le cas pour une ligne de métro fermée au début des réparations du tunnel et remise en fonction durant la période à l'étude avec une capacité améliorée, stimulant de ce fait un transfert modal (Tennoy et Hagen, 2021).

5.2.3 L'importance des médias et de communiquer au public

Dès l'étude de Cairns et coll. (2002), la question de la communication avec le public via les communiqués officiels et les médias est soulevée pour son importance dans l'acceptation et l'adaptation au changement de conditions de circulation. En présence d'information adéquate, les individus peuvent mieux identifier les stratégies potentielles. Ces informations peuvent clarifier les conséquences d'un maintien généralisé des habitudes de déplacement et de démontrer ces impacts, mais elles doivent aussi faire la démonstration de l'impact réduit sur la congestion si différents voyageurs adaptent leurs pratiques. Mais les médias tendent plutôt à souligner le chaos à venir, chaos qui ne se concrétise que très rarement à court terme face à la peur des automobilistes (Cairns et coll. 1998; 2002; Brown et coll. 2017; Tonnesen et coll. 2020; Melia et Calvert, 2021). Des réactions seront subites, évolutives, s'étaleront dans le temps et influenceront même des événements subséquents.

Des études plus récentes ont fait la lumière sur les impacts des styles de communication, des médias de communication utilisés et de l'évolution des réactions. Deux d'entre elles attirent particulièrement l'attention par leur conception comparative de deux événements successifs qui permettent de comparer l'évolution des approches et les conséquences de celles-ci.

En comparant les campagnes de communication liées à deux tunnels fermés successivement pour réfection sur le même territoire de Olso, Norvège Tonnesen et coll. (2020) montre l'évolution de la couverture médiatique et des messages formulés par les autorités responsables de la réfection. Cette étude plus récente permet également d'observer l'impact des communications via les réseaux sociaux pour informer et gérer les attentes de la population. Pourtant,

c'est la couverture médiatique (35%) et les informations fournies par les employeurs (45%) qui s'accaparent la part du lion des sources d'informations utilisées pour s'adapter aux changements de conditions. Les réseaux sociaux eux n'ont été utilisés que par moins de 15% de la population sondée (Tonnesen et coll. 2020). L'étude souligne toutefois comment les médias digitaux et sociaux ont permis de mieux cibler (*audience targeting*) différents groupes de la société, comme les plus jeunes et les gens plus susceptibles d'utiliser l'infrastructure. Le ciblage s'est aussi fait à des moments clés, comme quand on tente de s'assurer que des départs en direction de l'infrastructure puissent être réacheminés ailleurs. De l'avis des auteurs, ces nouvelles formes de communication ont été utilisées de manière plus efficace dans le cadre de la seconde intervention de tunnel.

Les deux vagues de réfection de l'autoroute I-405 à Los Angeles que les médias ont nommée « Carmageddon » jeu de mots sur, *car* et *armageddon* – un évènement biblique catastrophique pouvant détruire l'humanité – est particulièrement d'intérêt parce que les travaux ont été répartis sur deux vagues, en 2011 et 2012 (Brown et coll. 2017) et permettent de mieux comprendre l'évolution et l'impact des messages. En rétrospectives, les médias ont surfait les impacts attendus qui ne se sont pas concrétisés dans la première vague – les rues ont plutôt été désertées –, mais ont perdu une certaine crédibilité ce faisant. Les annonces au sujet de la seconde fermeture ont été bien moins suivies et les niveaux de congestion ont été plus élevés en conséquence.

Les campagnes de l'I-405 à Los Angeles ont été vastes et diversifiées. Outre l'utilisation des médias traditionnels, les panneaux à message variables sur les autoroutes et l'envoi massif d'information par courriel aux employeurs de la région ont permis de véhiculer des recommandations. On a même sollicité des célébrités et influenceurs pour porter les messages au public (Brown et coll. 2017).

L'expérience des fermetures consécutives de routes de Los Angeles (Brown et coll. 2017) nous démontre, selon les auteurs, que d'effrayer les gens en suggérant le chaos à venir de manière à ce qu'ils évitent le réseau routier aura l'effet escompté à court terme. Ils l'éviteront. Mais devant une circulation bien moins pénible qu'annoncée, les utilisateurs sont revenus tout aussi rapidement, démontrant que l'adaptation prend un aspect dynamique en fonction de l'évolution de la circulation. Dans l'espace de quelques jours, la circulation est revenue. Les utilisateurs semblent également avoir pris les conseils subséquents des médias avec circonspection; la seconde campagne d'information, moins fataliste pourtant, n'a pas permis d'éviter une congestion importante (Brown et coll. 2017). La confiance dans les dires des médias et des responsables était rompue.

À Montréal, on peut voir cette dynamique en action dans le cas du TLHL. La Presse du 19 octobre 2022 titrait « On s'en va vers un chaos »². À peine deux semaines plus tard et après le début des travaux, le 1er novembre 2022, le même

² <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/2022-10-19/congestion-dans-le-grand-montreal/on-s-en-va-vers-un-chaos.php>

journal titrait « Loin du chaos anticipé »³. L'exagération ne paie pas, dans ce contexte, car elle risque d'exacerber la perte de confiance de la population envers les sources d'information.

Les campagnes d'information utilisent traditionnellement la radio, la télévision et les journaux imprimés (publicités ou reportages). On utilise également de plus en plus les médias sociaux, les publicités en ligne et les envois massifs de courriels, généralement via les employeurs (Brown et coll. 2017). Mais au Minnesota, selon les résultats d'une enquête (Zhu et coll. 2010), c'est pourtant l'expérience personnelle qui est considérée comme la source d'information privilégiée (pour plus de 60% des répondants), alors que l'usage de la télé et de la radio oscille autour de 30% selon les périodes de rappel des répondants.

Au lieu de promouvoir la peur de l'évènement et le chaos, les auteurs s'entendent généralement pour promouvoir des messages plus positifs d'adaptation, de considération d'options alternatives, voir même de messages humoristiques pour contrer les désagréments (Brown et coll. 2017; Tonnesen et coll. 2020). L'importance du ton optimiste et pessimiste des sorties médiatiques semble influencer de manière importante la réaction des utilisateurs de la route. C'est pourtant une occasion pour promouvoir l'adaptation des habitudes, mais surtout la découverte des nouvelles options. Partager des options viables avec le public (*actionable items*) est capital.

L'analyse de Cairns et coll. (2002) suggère trois éléments pertinents à la gestion médiatique :

- S'assurer d'avoir une mise en chantier aux objectifs et contours clairs pour gérer l'opinion publique et s'assurer d'une première bonne impression;
- Utiliser les relations avec les médias, les communications publiques et les cycles de consultation publique pour expliquer les problèmes potentiels initiaux;
- Identifier les controverses et y répondre par des faits, ce qui implique une documentation en temps réel de l'évolution de la situation.

5.3 Et l'induction inverse dans tout ça?

À cause de la variété des données utilisées, les études évitent de faire un calcul précis des parts de réduction des déplacements automobiles qui ont été transférés de mode, répartis dans le temps, répartis dans l'espace ou évités en général. Les changements dans les volumes et vitesses sur des voies connexes peuvent être identifiés comme des déplacements redistribués, mais ceux qui auraient été faits vers d'autres destinations pour éviter la zone affectée demeurent, en pratique, impossible à identifier hors d'enquêtes spécifiques et de grande envergure au niveau régional. Aucune étude n'a documenté ce type de démarche. Là encore, à cause de la nature du groupe ciblé, soit les utilisateurs de l'infrastructure ayant dû réviser leurs activités, un échantillonnage représentatif demeure difficile à construire.

³ <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/2022-10-31/tunnel-louis-hippolyte-la-fontaine/loin-du-chaos-anticipe.php>

Face aux données typiquement utilisées pour mener ce genre d'études, l'évitement complet des déplacements, et non leur remplacement, demeure élitif et fort difficile à mesurer. Quelques éléments sont mentionnés par les auteurs qui soulèvent une série d'enjeux difficile à traiter dans des expériences naturelles.

- La question de l'échelle territoriale de l'analyse et de l'effet sur le réseau entier et non seulement sur des zones adjacentes à la réduction de circulation (Melia et Calvert, 2020);
- La difficulté de bien saisir l'ampleur des démarches de changements de destination de la population de manière à éviter l'entrave routière ;
- Les variations dans ces comportements en fonction de la nature du déplacement (un déplacement vers le travail est bien plus difficile à modifier que le choix d'une épicerie ou d'un restaurant).

Si l'on combine ces lacunes dans les approches actuelles au fait que nous avons peu d'exemples de fermetures permanentes et préméditées, ainsi que d'analyse sur le plus long terme de réduction considérable et permanente de la capacité, deux conclusions peuvent être tirées : 1) les études actuelles permettent de mieux estimer comment favoriser l'adaptation à des modifications temporaires de capacité et 2) l'état des connaissances limite notre capacité à estimer les conséquences de réduction permanente de capacité sur de grandes infrastructures. En ce sens, les travaux actuels sur l'induction inverse informent mieux sur la gestion des opérations routières que sur le transport durable.

5.4 Analyse des réductions de capacité et de l'induction inverse : bonnes pratiques et recommandations

Selon les travaux recensés, un nouvel équilibre de déplacements est plutôt évolutif et tarde à être atteint. La disparition subite et soudaine est moins plausible qu'une « érosion » graduelle des volumes de circulation en fonction des conditions vécues par les usagers des infrastructures. Les données récoltées doivent donc permettre d'évaluer cette évolution et c'est l'avantage des données de comptage. Dans le cas d'une enquête, ces données devraient être récoltées après un certain temps d'adaptation et non dans les jours suivant la réduction de capacité.

Il semble aussi pertinent d'analyser un effet de décalage entre l'entrée en vigueur de la réduction de capacité et les effets de celle-ci sur les volumes de circulation de manière à prendre en compte les comportements d'adaptation progressive de la population.

Pour des données de comptage, l'approche de Nello-Deakin (2022) présente plusieurs éléments d'intérêt pour des études futures et pour l'analyse du TLHL. L'identification claire des passages alternatifs les plus plausibles, des zones potentiellement touchées et d'un contrôle des conditions régionales de base permet d'évaluer l'impact des réductions de capacité sur la circulation. Ces comparatifs permettront aussi de mieux distinguer les changements de trajet et les changements de modes liés à la réduction de la circulation. La disponibilité de données sur une période temporelle permet également de faire une comparaison avant-après de l'infrastructure où la réduction de capacité a lieu.

Finalement, l'obtention de données selon les passages alternatifs possibles et selon les directions (dans notre cas, les différents ponts et infrastructures de transport) est préférable, car elle permet de mieux cibler les différentes composantes de la réorganisation de la circulation. Le passage alternatif permet d'identifier le détournement sur d'autres axes. La zone d'influence permet d'identifier l'augmentation due aux détours. Les données, à la même échelle, de transport en commun (voir de comptages vélos et piétons) permettent de déterminer le transfert modal. Finalement, les données régionales permettent d'établir si des changements de tendances dans les volumes de déplacements ont lieu.

Faute de données en valeurs absolues et désagrégées, l'analyse des variations en pourcentage ne permettra pas de clairement identifier les parts effectives du transvasage d'une option à l'autre. Si des données de comptages mensuels se présentent comme une bonne échelle intermédiaire pour analyser un effet général, elles ne permettent pas de bien capturer les variations au courant d'une journée et les effets de décalage ou d'élargissement de la période de pointe. En contrepartie, si les données horaires absolues pouvaient permettre d'analyser plus directement les effets de transvasage d'un mode, infrastructure ou période à l'autre, le choix d'une journée ou même d'une série de journées « représentatives » serait un exercice difficile en soi. La redistribution serait plus claire, mais sa représentation de la réalité le serait moins. C'est probablement pour cette raison que la plupart des études recensées ici s'en tiennent à utiliser des données mensuelles.

Bien que peu d'études fassent état de l'usage d'une enquête, elle s'avère un des outils les plus polyvalents pour comprendre l'évolution des comportements d'une personne. En plus de pouvoir questionner les répondants de manière rétrospective à des questions sur chacune des composantes de l'induction inverse, les enquêtes sont vraiment les seules approches qui permettent de comprendre les déplacements évités.

5.5 Implication pour l'analyse du TLHL et disponibilité des données dans la région de Montréal

Les pratiques proposées dans l'ensemble de ces études démontrent que les approches, si elles sont similaires en général, ont tendance à faire quelques nuances, souvent associées à la disponibilité des données ou à la problématique spécifique à l'étude.

Ces nuances sont par exemple l'usage de données quotidiennes, de sommes ou de moyennes hebdomadaires ou mensuelles pour les volumes de circulation, pour l'achalandage en transport en commun et pour les vitesses routières. De manière à tester chacune des hypothèses de redistribution des déplacements pour isoler les déplacements entièrement évités. Ces hypothèses devraient être spécifiquement énoncées et testées une à une avec différents jeux de données.

Les nuances peuvent également toucher la présentation des résultats en prenant les dernières semaines du mois (Chung et coll. 2012) ou des regroupements de deux semaines à quelques moments dans l'année (Tennoy et Hagen, 2021). Ces artifices visent souvent à faciliter la lecture visuelle des

changements et à éviter des semaines de l'année reconnue comme étant plus sujette à des variations importantes de la circulation. Une démonstration de ces variations en fonction des vacances, des jours fériés, du Thanksgiving américain est clairement décrite dans l'analyse du Minnesota (Zhu et coll. 2010). Prendre des valeurs moyennes sur de plus grandes périodes permet de tenir compte des variations saisonnières.

Dans l'optique de développer un instrument d'enquête, l'étude de Zhu et coll. (2010) est particulièrement d'intérêt, car elle inclut un questionnaire simple et facilement transférable au contexte de l'étude du TLHL. Dans leur étude, l'enquête en format papier a été distribuée par la poste dans deux quartiers à proximité du pont fermé de l'I-35 : le centre-ville et le quartier universitaire de l'autre côté de la rivière traversée par le pont. Outre des caractéristiques sociodémographiques, l'enquête prend la forme d'une grille où l'on demande de décrire les déplacements de navettage avant, dans la foulée de la fermeture, quelques semaines après, et au moment de l'enquête. Pour chaque période temporelle, les répondants devaient fournir l'heure de départ et d'arrivée, le mode de transport, le parcours (dessiné à main levée sur une carte) ainsi que les motivations et sources d'information utilisées pour changer leurs habitudes (voir 14.2). La faible taille de l'échantillon (n=141), le flou de certaines formulations de questions, l'orientation unique au navettage matinal et l'usage d'un échantillonnage non ciblé aux utilisateurs de l'infrastructure laisse place à plusieurs améliorations. L'enquête peut toutefois servir de point de départ à bonifier pour la création de l'instrument d'enquête lié au présent projet (voir Section 3).

Le cas du TLHL, comme celui de plusieurs fermetures de ponts et de tunnels, se présente comme un cas d'étude élégant, par la durée de la fermeture partielle, par la simplicité de l'identification des voies alternatives possibles et par l'importance de la réduction des volumes de circulation. Les fermetures de routes ou piétonnisations en plein centre de la ville offrent souvent trop d'alternatives diffuses dans l'espace pour clairement identifier les comportements alternatifs adoptés.

SECTION 2

6. OBJECTIFS DE LA SECTION 2

La section précédente a permis d'établir les bases théoriques de l'induction inverse, ses mécanismes et ses différentes composantes. Elle a permis également d'identifier les différents jeux de données utilisés pour analyser empiriquement ces différentes composantes, les approches méthodologiques pertinentes et les résultats obtenus selon les contextes et durées de fermetures.

L'objectif de cette prochaine section est de traiter certaines des différentes données produites de façon routinière par les autorités compétentes et permettant d'analyser l'impact de la fermeture partielle du TLHL sur la mobilité et l'induction inverse. On utilisera l'enquête Origine-Destination (EOD) 2018 et des données de comptage pour les axes traversant le fleuve par plusieurs modes (automobile, transport collectif, camionnage et vélo). Le potentiel d'analyse de ces données et leurs limites seront étudiés. Dans les analyses de l'EOD, on s'intéressera aux individus et aux déplacements de ceux-ci. Pour les données de comptage, on fera référence aux débits pour les comptages d'automobiles, et l'achalandage pour les comptages de passagers des transports en commun. On tentera de distinguer les modifications aux déplacements automobiles et les réductions réelles de déplacements.

Cette étape nécessitera l'établissement d'une ligne temporelle des événements liés aux travaux de réfection et aux fermetures associées du TLHL susceptibles d'exercer une influence sur les comportements des individus faisant des traversées du fleuve. Le choc de la pandémie de COVID-19 est aussi inévitablement inclus dans cette ligne temporelle étant donné ses impacts sur les déplacements de la population.

7. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DE DONNÉES DE PLANIFICATION

La démarche analytique de cette section prend différentes formes. Il s'agira en premier lieu d'utiliser les données de l'enquête Origine-Destination de 2018 de la grande région de Montréal, la dernière disponible, pour présenter un état de fait des traversées entre les deux rives du fleuve Saint-Laurent. Qui traversait, pour quel motif, à quel moment et en utilisant quel pont (en voiture) ou infrastructure de transport en commun? La part de ces déplacements qui utilisaient en particulier le TLHL sera mise en exergue, ainsi que la part des déplacements sur le TLHL ayant eu lieu dans les périodes de pointe, là où la congestion est la plus flagrante et problématique.

Outre l'état de fait que ces données peuvent fournir sur la période précédant le début des travaux, elles peuvent aussi indiquer les zones d'ombres et les usagers les plus importants à sélectionner dans la préparation d'une enquête *ad hoc* spécifique au projet actuel. Les données de la plus récente enquête Origine-Destination de 2023 n'étaient malheureusement pas encore disponibles au moment de l'analyse. Ces données auraient permis une comparaison entre les deux périodes avant et pendant les travaux de réfection du TLHL.

On utilisera ensuite une série de données de comptages routiers et de passages sur le réseau de transport en commun de la région pour tenter d'identifier les différentes formes d'induction inverse. Notons particulièrement :

- la déconvergence modale (où l'on constaterait une augmentation des autres modes que l'automobile, principalement le transport en commun),
- la déconvergence spatiale (une dispersion des déplacements sur plusieurs routes, entraînant une augmentation de l'achalandage sur d'autres ponts),
- la réduction des déplacements (une réduction totale des déplacements interrives, soit par une réduction de la fréquence de ces déplacements, une substitution des déplacements interrives par une augmentation des déplacements intra rives, ou un évitement complet des déplacements. Les données de débits des traversées nous permettent seulement d'observer les trois réductions dans leur ensemble et non individuellement).

La déconvergence horaire mentionnée dans la recension de la première section, elle, ne peut être analysée à l'aide des données mobilisées ici. Cette réduction des déplacements des périodes de pointe remplacées par une augmentation des déplacements hors pointe, particulièrement immédiatement avant et suivant les pointes pourrait être analysée avec des données de débits plus finement désagrégés. Nous utiliserons plutôt l'enquête en section 3 pour nous y intéresser.

Les données disponibles comportent toutefois plusieurs limites (données manquantes, imprécisions, agrégations différentes), ce qui rend difficile un calcul précis du transvasage entre différents modes, périodes et ponts. Il s'en suit qu'il est difficile également d'identifier la part réelle de déplacements disparus. L'exercice servira plutôt à informer, à titre indicatif, ce qu'on a pu observer et ce que l'on peut attendre comme effet sur différents modes et autres infrastructures

lors d'épisodes de réduction de capacité. Ce constat est sans surprise, et ce parce que c'est également le cas dans toutes les études recensées dans la première partie du rapport.

Toutefois, et contrairement à d'autres études, la situation du TLHL facilitera l'analyse; peu de trajets alternatifs peuvent être empruntés étant donné que l'infrastructure partiellement fermée pour réfection est un pont et que les traversées alternatives sont peu nombreuses.

Dans les prochaines pages, les différents jeux de données et stratégies analytiques déployées dans cette section sont présentés. Mais avant de présenter les données, une présentation contextuelle du projet de réfection du TLHL permet de contextualiser l'usage des données de l'EOD et de justifier la période d'étude pour les autres données de comptage.

7.1 Réfection du TLHL, échéancier des travaux et autres éléments temporels

Au tournant des années 1960, avec la motorisation croissante des ménages québécois et canadien, le Canada s'engage dans la construction d'une autoroute transcanadienne à l'image du chemin de fer qui traverse alors le pays. L'autoroute arrivera de l'Ontario, passera par Montréal, et continuera sur la rive sud vers les provinces maritimes. L'élection de Jean Lesage en 1960 comme premier ministre du Québec marque également une volonté de rattrapage du Québec par rapport aux états et provinces limitrophes. Un programme important d'investissement provincial dans les grandes infrastructures routières s'ajoute aux fonds fédéraux déployés. C'est dans ce contexte que les travaux préparatifs pour la construction du TLHL débutent dès 1963. Cette infrastructure reliant la municipalité de Longueuil à l'est de l'île de Montréal est finalement inaugurée en 1967⁴.

Près de soixante ans plus tard, pour contrer son vieillissement et prolonger sa vie de 40 ans sans autre entrave majeure, le processus de réfection du TLHL est lancé. Quelques dates clés doivent être prises en compte, car elles permettront de mieux comprendre la présentation des données et d'interpréter certaines variations notables dans les débits et l'achalandage dans le TLHL et ailleurs.

- Le contrat de réfection a été signé en juillet 2020, et annoncé pendant le même mois.
- Pour compenser les effets des fermetures partielles sur les déplacements, des mesures d'atténuation ont été mises en place. Ces mesures ont toutes été lancées en décembre 2021. Bien qu'il y ait eu des ajustements par la suite, celles-ci sont demeurées stables depuis leur lancement.
- La fermeture d'une première voie dans le tunnel en direction de la Rive-Sud a eu lieu au début mars 2022.

⁴ « Le pont-tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine », L'encyclopédie du Centre des mémoires montréalaises <https://ville.montreal.qc.ca/memoiresdesmontrealais/le-pont-tunnel-louis-hippolyte-la-fontaine>. Accédé le 28 février 2025.

- Les entraves majeures débutent le 31 octobre (trois voies sur six sont fermées à la circulation, une voie en direction de la rive sud et deux voies en direction de Montréal).
- Aucune autre modification majeure n'a été introduite depuis. Des fermetures de fin de semaine ont eu lieu à quelques reprises, mais les conditions de circulation sont pratiquement les mêmes depuis octobre 2022⁵.

Parmi les mesures d'atténuation déployées, notons l'ajout de voies réservées pour les autobus et le covoiturage, des stationnements incitatifs et des navettes fluviales gratuites. Les services d'autobus tant du transporteur régional EXO que du réseau en transport de Longueuil (RTL) ont également été bonifiés, tant par un ajout de fréquence sur certaines lignes traversant le fleuve que par l'ajout de nouvelles lignes gratuites pendant la durée des travaux⁶.

De plus, les travaux de réfection n'ont pas lieu dans un vase clos, car la période est aussi marquée par une série d'événements pouvant eux aussi avoir un impact sur les débits de circulation interrives. Notons ici qu'un autre grand chantier routier a affecté la traversée des rives dans la période à l'étude. L'ancien pont Samuel-De Champlain, à une dizaine de kilomètres au sud-ouest du TLHL, a été démantelé pour laisser place au nouveau pont Samuel-De Champlain. La construction de ce dernier a débuté en 2015 et s'est échelonnée jusqu'à son ouverture en 2019. Bien que la circulation ait continué en partie sur l'ancien pont, les travaux ont posé de fortes entraves à la circulation durant cette période. Le transport en commun aussi a été impacté par des travaux d'infrastructures durant la période d'intérêt. Dans sa conception, le nouveau pont Samuel-De Champlain devait accueillir sur son tablier les rails du Réseau Express Métropolitain (REM), une expansion majeure du transport en commun entre Montréal et la Rive-Sud. Une fois le REM en opération, quelques lignes de transport en commun traversant le fleuve ont été retirées de manière à ne pas faire compétition avec le nouveau service. On assiste tout de même à un ajout net de capacité. À ces transformations des infrastructures s'ajoute un événement qui a marqué encore plus de facettes de la société : la pandémie de COVID-19. Déclarée en mars 2020, elle contraint plusieurs gouvernements à adopter des mesures de distanciation physique. Outre les périodes initiales de confinement, les couvre-feux et les interdictions de faire des déplacements d'une région à l'autre, la COVID-19 change brusquement la relation des employeurs et travailleurs avec la croissance du télétravail. Au Québec, ces changements ont été brusques, et la sortie de crise s'est, elle, résorbée sur le long terme.

7.2 Données

Quelques jeux de données disponibles dans la région de Montréal peuvent permettre d'étudier le phénomène de l'induction inverse. Si une séquence d'enquêtes Origine-Destination avant et après une intervention pouvait permettre d'évaluer l'ampleur des impacts, ces données ne sont pour le moment

⁵ Communication avec les fonctionnaires du MTMD.

⁶ <https://www.quebec.ca/transports/infrastructures-projets/projets/projets-routiers/montreal/tunnel-louis-hippolyte-la-fontaine/services-faciliter-deplacements>

pas disponibles. Mais l'EOD 2018 permet tout du moins d'établir une base de référence et de mieux comprendre les usagers et usages du TLHL. D'autre part, une sélection de données de comptages routiers présents à plusieurs endroits sur le réseau peut être utilisée pour analyser les changements associés aux travaux du TLHL. Et parce que certains de ces déplacements peuvent avoir été transférés sur d'autres réseaux comme celui du transport en commun ou les pistes cyclables, les données d'achalandage pour ces modes ont été également colligées.

7.2.1 Enquête Origine Destination de 2018

L'enquête Origine-Destination (EOD) est une enquête menée environ tous les 5 ans pour suivre l'évolution de la mobilité dans le grand Montréal. L'édition de 2018, utilisée ici, a été menée de façon bimodale. L'enquête utilisait traditionnellement le téléphone pour joindre les participants. Un volet par questionnaire web a été ajouté pour la première fois en 2018 (ARTM, 2020).

L'EOD est menée au niveau des ménages, 74 000 dans l'enquête de 2018, et contient des informations sur trois niveaux : les ménages, les individus (170 000 personnes) et les déplacements (360 000 déplacements) propres à ces individus.

Le recrutement a eu lieu entre septembre et décembre 2018 et s'intéresse particulièrement aux jours de semaine, du lundi au vendredi. Chaque répondant doit déclarer la série de déplacements qu'ils ont menés (et ceux des autres membres de leur ménage) durant la journée précédant l'enquête.

On utilise ici les données de niveau 2 (version v2f), c'est-à-dire les données désagrégées qui permettent d'observer les déplacements individuels. Les informations les plus importantes de l'enquête pour les besoins de ce projet sont réparties sur les différents niveaux de l'enquête, mais surtout au niveau des déplacements. Parce que l'on connaît les coordonnées spatiales des origines et des destinations des déplacements, on peut identifier les déplacements ayant traversé les rives du fleuve Saint-Laurent. Une variable est également disponible pour identifier les ponts déclarés comme empruntés lors d'un déplacement.

L'enquête est représentative de la population de la région tant dans ses caractéristiques sociodémographiques que dans la distribution des lieux de résidence de la population. La localisation des ménages et la représentativité spatiale sont particulièrement importantes dans l'analyse des déplacements, car elles permettent de mieux estimer où les besoins les plus grands se feront sentir sur le plan des infrastructures.

Une fois les données compilées, l'ARTM prépare des facteurs d'expansion pour projeter ces données à la taille de la population entière. Pour ce faire, elle se cale entre autres sur les données du recensement canadien de 2016 et des projections de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ, projections pour 2018). À noter que le MTMD produit ensuite ses propres facteurs d'expansion qui peuvent être différents de ceux de l'ARTM. Les données utilisées ont été compilées avec les facteurs d'expansion du MTMD.

On utilise l'EOD pour établir un portrait de référence des déplacements utilisant le TLHL. On s'intéresse aussi aux déplacements traversant les différents ponts et infrastructures de transport collectif entre la Rive-Sud et Montréal. Les régions de la Couronne Sud et de Longueuil sont regroupées dans notre analyse de l'EOD, de même que Montréal, Laval et la Couronne Nord (voir les 5 grands secteurs de l'EOD 2018 en Figure 9). Une fois ces données compilées, on observe 1) les caractéristiques des déplacements : motif, mode, heure de départ, covoiturage et 2) les caractéristiques des personnes qui les font : genre, âge, revenu et caractéristiques familiales.

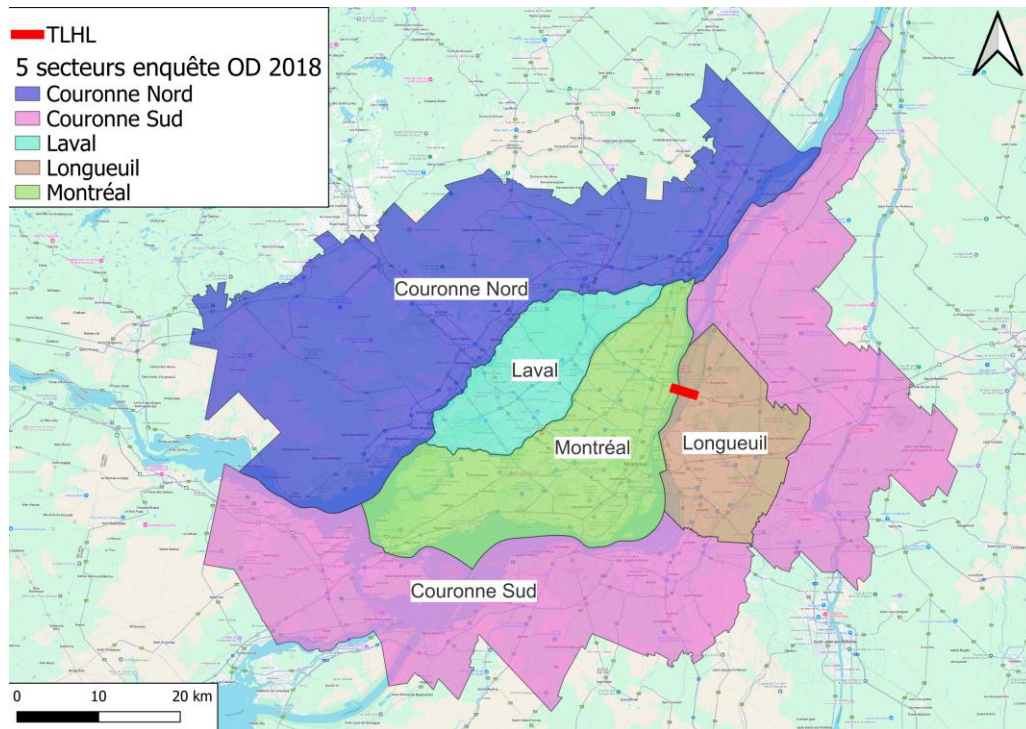


Figure 9 Secteurs de l'enquête OD

On s'intéresse à deux classifications d'intérêt. 1) Les déplacements qui ont une origine d'un côté et une destination de l'autre côté du fleuve, peu importe le mode de transport. 2) Les déplacements automobiles en fonction du pont déclaré. En effet, dans l'enquête EOD, les conducteurs d'automobiles traversant une rive peuvent déclarer le pont utilisé. Parce que cette réponse n'est pas obligatoire, le taux de réponses pertinentes est limité pour notre sous-groupe. De même, les déplacements effectués en tant que passager n'ont pas été soumis à cette question sur le pont utilisé. Si ces données sont incomplètes, elles permettent toutefois de distinguer les usagers du TLHL à ceux des autres ponts et à ceux des réseaux de transport en commun.

7.2.2 Données de débits de traversée de ponts

Des données de comptages permettent de faire une analyse plus directe des effets des travaux et de la fermeture partielle du TLHL sur les volumes routiers et l'achalandage en transport en commun pour toutes les traversées entre Montréal et la Rive-Sud. Les données permettent d'observer les variations de débits sur l'infrastructure elle-même, les effets de réallocation sur les autres

ponts, les variations de volumes sur les voies d'accès à ces ponts et le bruit de fond sur d'autres voies du réseau. Ces dernières infrastructures « de contrôle » permettent d'identifier des débits de référence non affectés par les travaux pour identifier des tendances régionales et temporelles. On utilise ici le terme « voie d'accès » pour faire référence aux routes qui mènent vers les ponts à l'étude. Par leur observation, on fait l'hypothèse implicite qu'elles seront elles aussi affectées par les travaux du TLHL.

Nous avons obtenu les données depuis janvier 2018 jusqu'à décembre 2023 (6 ans ou 72 mois). Le choix de reculer si loin dans le temps est nécessaire pour trois raisons : 1) pallier les chocs de court, moyen et long terme de la pandémie et mieux identifier une situation de référence plus plausible, 2) mieux prendre en compte les variations saisonnières de débits à l'aide d'un historique plus long et 3) associer ces données aux compilations faites à partir de l'EOD.

Les données sont bidirectionnelles (des jeux séparés en direction Montréal et en direction Rive-Sud) de manière à pouvoir identifier des distinctions selon la direction du flux de circulation, étant donné que plus de voies du TLHL demeurent disponibles en direction de Montréal durant les fermetures majeures.

À l'aide du Modèle de transport urbain de la région de Montréal (MOTREM), on peut estimer les volumes routiers sur le pont en 2018 et mettre en comparaison les projections produites par le MTMD aux données de comptage sur le TLHL.

Les données de débits cumulatifs mensuels de la circulation automobile ont été colligées pour les cinq ponts reliant la Rive-Sud et Montréal. Il s'agit du TLHL, du pont Jacques-Cartier, du pont Victoria, du pont Samuel-De Champlain et du pont Honoré-Mercier. Pour les ponts Victoria, Honoré-Mercier et le TLHL (sauf pour l'année 2022 où les données ont été obtenues du MTMD), les données ont été extraites via la plateforme Données Québec⁷, qui est en libre-accès. Les données pour les ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain ont été reçues de la société Les Ponts Jacques-Cartier et Champlain Incorporée (PJCCI)⁸. Nous avons également sélectionné des stations sur des voies d'accès potentiellement impactées et sur des autoroutes « de contrôle » (Figure 11). Les données de ces voies d'accès et autoroutes de contrôle ont été obtenues par Données Québec.

Les données de débits sur les ponts sont généralement complètes. Pour les ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain, les données permettent de distinguer les comptages de camions lourds et de vélo des autres véhicules. Pour les autres infrastructures, les données de camionnage sont regroupées sans distinctions. Notons finalement que les données pour l'ancien pont Champlain n'étaient pas disponibles pour la période d'étude (2018 à 2023), ce qui constitue une limite de notre analyse. Malgré l'ouverture du pont Samuel-De

⁷ Sources en libre accès et dictionnaire des données de comptage routiers : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/debit-de-circulation>

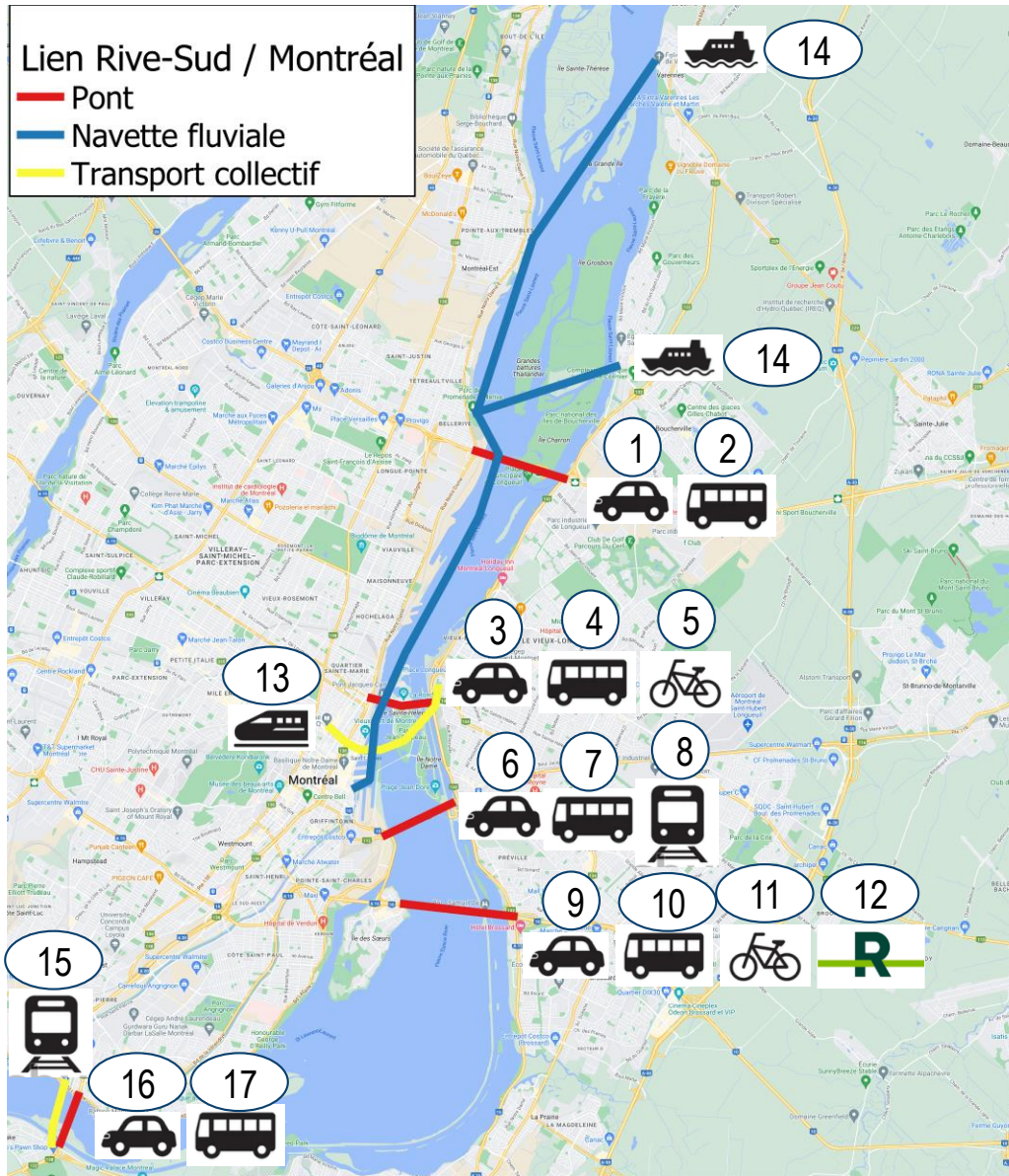
⁸ Informations sur la Société PJCCI : <https://jacquescartierchamplain.ca/fr/la-societe/a-propos/presentation/> et <https://logement-infrastructure.canada.ca/portfolio-portfeuille/jccbi-pjcci-fra.html>

Champlain à la fin juin 2019, les données de débit débutent en janvier 2020 et les comptages de vélo en mai 2020.

Les données du reste du réseau (les voies d'accès et les autoroutes de contrôle) prennent largement la même forme (débits cumulatifs mensuels, 6 ans, volumes bidirectionnels). Les autoroutes de contrôle sont celles donnant accès à Montréal par le nord (A15 - Blainville) et par l'est (A40 - pont Charles-De Gaule).

La Figure 10 présente les ponts étudiés et les modes de transport passant par ces ponts. Le pont de la Concorde n'a pas été considéré parce que les volumes de véhicules y circulant sont faibles et le pont ne peut servir d'alternative réelle de traversée de fleuve. La Figure 11 présente les voies d'accès potentiellement impactées ainsi que les voies de contrôle. Certains tronçons de ces routes ont été choisis en fonction de la disponibilité des données de comptage pour la période visée. Pour ce qui est des routes de contrôle, il s'agit d'autoroutes suffisamment loin du TLHL pour ne pas être affectées par sa fermeture partielle.

CONCEPTUALISATION ET ANALYSE DE L'IMPACT D'UNE ENTRAVE MAJEURE ET DE LONGUE DURÉE SUR LES COMPORTEMENTS DE MOBILITÉ : LE CAS DU TUNNEL LOUIS-HIPPOLYTE-LA FONTAINE (TLHL)



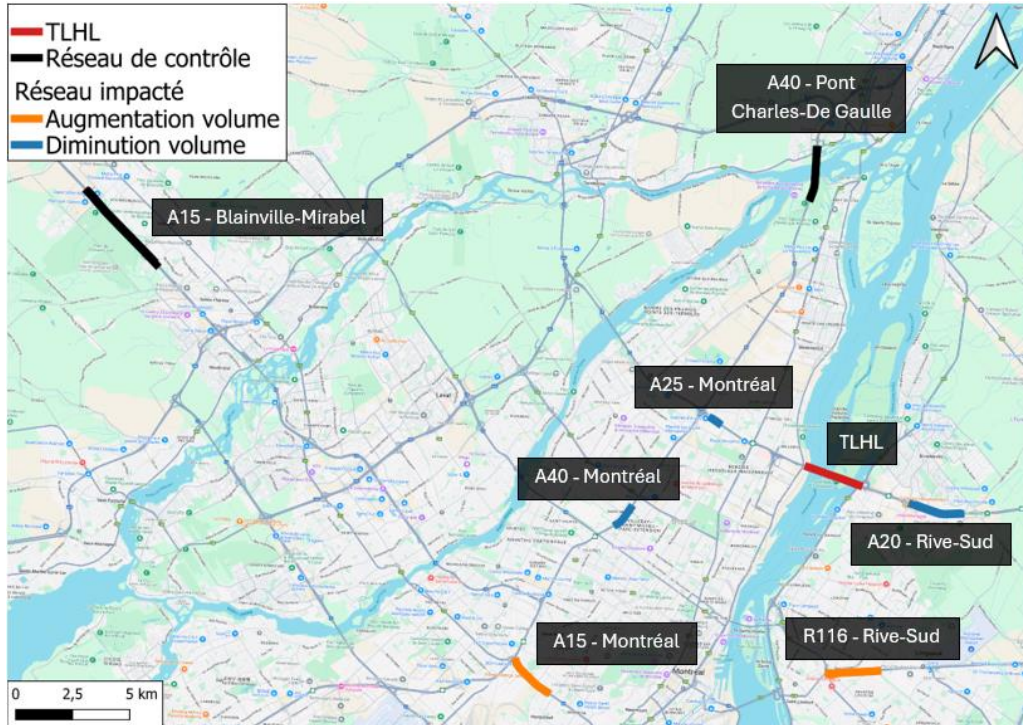


Figure 11 Carte des voies d'accès aux différents ponts à l'étude et voies de contrôle

Finalement, des données sur les passages sur les pistes cyclables des ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain ont été obtenues. Pour le pont Jacques-Cartier, les données couvrent la période allant de janvier 2018 à décembre 2023. Cependant, un bris dans l'équipement de comptage fait en sorte que les données de mars à octobre 2023 ne sont pas disponibles⁹. Ceci limite grandement l'utilité des comptages de vélo dans le cadre de notre analyse étant donné que cette période serait celle où l'on percevrait le mieux les impacts potentiels d'accroissement des passages à vélo. Mais comme on l'a vu dans la recension des écrits, le remplacement de longs déplacements automobiles sur de grandes infrastructures par des déplacements à vélo est fort peu probable et rarement analysé. Pour le nouveau pont Samuel-De Champlain, les données sont également incomplètes et couvrent la période allant de mai 2020 à décembre 2023.

7.2.3 Données de cartes à puce du métro de Montréal, d'autobus et de train de banlieue

Étant donné que la théorie de l'induction inverse postule que les déplacements soutirés par une réduction de capacité peuvent aussi être transférés vers d'autres modes (déconvergence modale), dont les transports en commun, nous avons obtenu des données comparables pour les réseaux de transport en commun traversant les rives du fleuve. Des requêtes ont été présentées à l'ARTM qui a colligé les données des agences desservant les traversées : la ligne jaune du métro de Montréal (STM), les lignes de train de banlieue de Saint-

⁹ Information transmise avec les données par les responsables du projet.

Hilaire et de Candiac et des autobus régionaux opérés par EXO, et une série de lignes d'autobus opérées par le RTL et reliant Montréal.

Pour ce qui est du métro de Montréal, la Société de transport de Montréal (STM) collige les données de cartes à puce à ses points d'entrée sans connaître les stations de sortie. Parce que l'on ne sait pas où les utilisateurs vont une fois dans le réseau, les données ne peuvent pas être bidirectionnelles. Les données d'entrées dans la station de métro Longueuil, un terminus sur la Rive-Sud qui sert uniquement à accéder à l'île de Montréal donne toutefois un bon portrait des déplacements pendulaires utilisant le métro. Pour mener certaines analyses bidirectionnelles, et produire des données comparables aux traversées bidirectionnelles par véhicules, nous avons utilisé les mêmes nombres de déplacements quittant Longueuil et les avons assignés à des déplacements sur la ligne jaune en direction de Longueuil. Lorsque les données dans les deux sens sont disponibles, on peut constater qu'ils sont généralement similaires, ce qui rend cette approche imparfaite, mais acceptable. L'approche permet notamment de valoriser l'aspect bidirectionnel de la plupart des données et introduit une imprécision raisonnable sur des données mensuelles.

Les données d'achalandage sur le réseau d'EXO portent sur les lignes de bus et de train permettant de traverser les rives du fleuve. Ces données cumulent les déplacements dans les deux sens. Autrement dit, il n'a pas été possible d'obtenir les données par direction. Les données du REM (ouvert depuis le 28 juillet 2023) ont également été transmises à partir de juillet 2023 et cumulent les déplacements dans les deux sens. Pour certaines analyses, nous avons divisé ces données en deux et les avons assignés à chaque direction. Cela permet de tirer parti des données directionnelles disponibles. Le Tableau 6 fait un sommaire des sources de ces données.

Les données des autobus du RTL en fonction des ponts de traversées sont bidirectionnelles et entièrement complètes.

Tableau 6 Source des données et fournisseurs pour les comptages routiers et l'achalandage sur le réseau de transport en commun

Lien	Mode	Fournisseurs des données	Caractéristiques et limites des données
1 TLHL	Véhicule	MTMD	Année 2022 comprend un certain niveau d'incertitude
2 TLHL	Autobus	ARTM	EXO - Depuis janvier 2022, deux directions combinées
3 Pont JC	Véhicule, camions	PJCCI	
4 Pont JC	Autobus	ARTM	
5 Pont JC	Vélo	PJCCI	Données manquantes avril à octobre 2023
6 Pont Victoria	Véhicule	MTMD	
7 Pont Victoria	Autobus	ARTM	
8 Pont Victoria	Train banlieue	ARTM	
9 Pont SdC	Véhicule, camions	PJCCI	Données manquantes avant janvier 2020
10 Pont SdC	Autobus	ARTM	EXO - Deux directions combinées
11 Pont SdC	Vélo	PJCCI	Données manquantes avant janvier 2020
12 Pont SdC	REM	ARTM	Données à partir de juillet 2023
13 Métro	Ligne jaune	ARTM	Personnes entrantes métro Longueuil
14 Fleuve	Navette fluviale	ARTM	Mai à décembre ; 2022 et 2023, données non exploitées
15 Pont ferroviaire Saint-Laurent	Train banlieue	ARTM	EXO - Mont-Saint-Hilaire, deux directions combinées, pas de données en 2018
16 Pont H-M	Véhicule	MTMD	
17 Pont H-M	Autobus	ARTM	EXO - deux directions combinées, pas de données en 2018
18 Voies d'accès et voies de contrôle	Véhicules, camions et autobus	Données Québec	

Note : Pont JC = Pont Jacques-Cartier; Pont SdC = Pont Samuel-De Champlain; Pont H-M = Pont Honoré-Mercier

7.3 Transformation et analyse

Les analyses qui seront présentées ici sont largement descriptives et comparatives. Par contre, les données de comptage feront l'objet d'analyses multivariées par régressions.

7.3.1 L'analyse de l'enquête OD 2018

Parce que les données de l'EOD existent pour une période qui précède de plusieurs années l'évènement d'intérêt, on les utilise de façon descriptive pour explorer les caractéristiques d'usage et les utilisateurs du TLHL. On débute par l'identification des traversées du fleuve et les regroupements d'origines et de destinations. On se concentre ensuite sur les déplacements pour lesquels les répondants ont traversé le fleuve. Parmi ceux-ci, l'enquête demande aux automobilistes conducteurs de déclarer (de façon non obligatoire) le ou les ponts traversés (2 entrées possibles). Si un des deux ponts pour un déplacement est le TLHL, nous avons assigné le déplacement au TLHL. Les autres traversées de ponts sont regroupées ensemble. L'échantillon d'individus ayant traversé le fleuve en transport en commun est ensuite présenté. Dans les deux cas, on décrit les caractéristiques des déplacements et les caractéristiques des individus ayant fait ces déplacements. On explore aussi avec ces données la distribution des déplacements par motif sur les différents ponts et sur le réseau de transport en commun en fonction de l'heure de la journée. Les analyses utilisent les pondérations comprises dans les données de l'enquête.

7.3.2 L'analyse temporelle des débits et d'achalandage

Bien que relativement comparables, les données de comptage et d'achalandage obtenues ne peuvent pas entièrement refléter les variations entre les journées et à même les journées, selon les horaires et périodes de pointe. Ils ne servent également pas à produire des analyses distinguant les jours de semaine et de fin de semaine.

La compilation des données de débits mensuels peut toutefois produire un portrait des variations et transformations des déplacements d'une infrastructure routière à une autre et de la route vers le réseau de transport en commun. On peut également évaluer en partie les impacts sur le camionnage traversant le fleuve.

Une fois les données des différents ponts routiers et autres infrastructures compilées, il est possible d'identifier partiellement les parts des déplacements transférés vers d'autres infrastructures ou d'autres modes, et une part de déplacements réellement disparus, c'est-à-dire qu'ils n'auraient pas été déplacés vers un autre mode, une autre période ou une autre infrastructure permettant de traverser le fleuve.

Bien entendu, d'autres facteurs pourraient être considérés, mais ne peuvent pas l'être avec ces données. Par exemple, certains mois ont moins de journées de travail ouvrables, des réparations faisant obstruction à la circulation peuvent avoir lieu sur d'autres parties du réseau et des accidents de la route peuvent causer des obstructions majeures sur le réseau qui pourraient affecter les valeurs rapportées. Ces enjeux auraient une importance particulière pour des analyses de données journalières. Mais on postule qu'elles auront une influence modeste sur les débits au niveau mensuel. Les données utilisées permettront donc de produire un portrait incomplet, mais réaliste de l'impact des travaux sur le TLHL.

Comme dans les travaux de Nello-Deakin (2022), on observera initialement les données brutes pour observer la tendance à long terme. Puis en utilisant un point de référence moyen, la période de 12 mois allant d'octobre 2021 à octobre 2022, on calculera des variations réelles de volume et des taux de variation sur l'infrastructure elle-même, par rapport aux autres infrastructures, et par rapport aux voies d'accès et autoroutes de référence. On mettra ces volumes moyens pour chaque infrastructure en comparaison aux 12 mois suivant le début des travaux sur le TLHL. Les périodes de 12 mois permettent de prendre en compte les variations saisonnières. Pour vérifier la sensibilité de la période de référence, la même démarche sera menée pour 4 autres fenêtres (9 mois avant et après, 6 mois avant et après, 3 mois avant et après, et 1 mois avant et après). Si les données de taux de variations sont instructives, un faible taux de déplacements transférés vers des pistes cyclables avec peu de débit pourrait par exemple avoir un impact important en termes de taux d'accroissement de l'usage du vélo. Pour cette raison, tant les valeurs réelles que les taux de variations seront rapportés.

On observera une série d'informations similaires à celles rapportées dans Nello-Deakin (2022), soit :

- les valeurs mensuelles pour le pont selon les mois de l'année pour quelques années consécutives,
- les valeurs et tendances pour l'ensemble des ponts et des zones de contrôles normalement non affectés par les travaux du TLHL,
- les tendances pour l'ensemble des ponts et des zones de contrôles par rapport aux périodes de référence de 2022,
- l'évolution des valeurs du TLHL et des ponts adjacents relatives à celles des axes de contrôle.

Suivant les écrits scientifiques présentés dans la section précédente, on peut s'attendre à une série d'impacts. On fait l'hypothèse que les ponts plus proches sont plus à même de recevoir une circulation supplémentaire et que ces augmentations diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du TLHL. Une partie de ces déplacements auront transféré de modes pour passer sur le réseau de transport en commun.

On peut également faire l'hypothèse qu'en fait, peu d'impacts pourront être notés étant donné la perpétuation des habitudes de mobilité, la faiblesse perçue des solutions de remplacement de transport en commun et la méconnaissance de celles-ci pour plusieurs automobilistes.

Notons finalement quelques limites de nos données. Si les données de circulation sur les ponts alternatifs sont disponibles de façon continue, la période à l'étude a vu la mise en service du nouveau pont Samuel-De Champlain en juin 2019 et la mise hors service et le démantèlement de l'ancien pont¹⁰. Les données sur l'ancien pont n'étant pas disponibles, on possède des données incomplètes pour les 18 premiers mois de la période à l'étude. Quelques autres jeux de données contiennent des données incomplètes. On discutera des impacts sur notre analyse au fur et à mesure de la présentation des données.

¹⁰ Déconstruction du pont Champlain d'origine
<https://jacquescartierchamplain.ca/fr/grands-projets/deconstruction-du-pont-champlain-dorigine/chantier/historique/>

8. PRÉSENTATION DES DONNÉES DE PLANIFICATION DISPONIBLES

Dans cette section, on présente 1) l'analyse des données pertinentes de l'EOD 2018 de la région et 2) l'évolution des débits interrives depuis, en tenant compte de la pandémie, des périodes de confinement, des changements aux autres infrastructures et services, et de la fermeture partielle du TLHL. Ces données présentent les volumes de circulation plus d'un an après la fermeture du TLHL sur les divers liens rattachant la rive sud de Montréal à l'île et aux territoires au nord de l'île. Dans l'analyse de l'EOD, on utilise les termes Couronne Nord et Couronne Sud pour faire référence aux territoires d'enquête définis portant ces noms. Mais parce que dans la plupart des analyses on regroupera Longueuil et la Couronne Sud, on fera alors référence à la Rive-Sud, comme le territoire et l'ensemble des répondants résidents au sud du fleuve.

8.1 Analyse de l'Enquête Origine-Destination (EOD) de 2018

L'EOD permet de bien définir les utilisateurs et l'utilisation des divers ponts pour une période de référence, avant les travaux. On pourra utiliser ces données pour les mettre en comparaison aux comptages routiers et dans la prochaine section, aux données de l'enquête ad hoc produite dans le cadre de ce projet.

Pour débiter, l'ensemble de l'enquête est utilisé pour présenter les regroupements de déplacements pour les cinq grandes zones de l'enquête (voir Figure 9). Le Tableau 7 démontre que quelque 5054 et 6120 déclarations de déplacements quittent l'île de Montréal pour Longueuil et la Couronne Sud, et un nombre bien plus faible, 1108, quitte Laval et la Couronne Nord pour se rendre à ces deux destinations. Parce qu'une bonne partie des mouvements sont pendulaires, ces valeurs sont semblables aux déplacements dans le sens inverse. Les relations entre la Couronne Sud et Montréal sont les plus grandes, suivies de celles entre Montréal et Longueuil. Laval et la Couronne Nord ne contribuent qu'à une infime partie des déplacements vers Longueuil et la Couronne Sud. Par souci de simplifier les résultats, on combinera donc la Couronne Sud avec Longueuil (la Rive-Sud), et Montréal, Laval et la Couronne Nord.

Le reste des analyses se concentrent sur les déplacements qui ont traversé le fleuve. Dans le Tableau 8, on constate que quelque 12 000 déclarations de déplacements de l'enquête lient l'île et la Rive-Nord à la Rive-Sud (12 282). Les déplacements en sens inverse sont en nombre similaires (12 312). Ceux-ci correspondent à plus de 300 000 déplacements dans chaque sens. Comme mentionné plus tôt, seuls les conducteurs d'automobile ont été amenés à déclarer les ponts utilisés. Sur le sous-échantillon de déplacement d'automobilistes ayant fait un mouvement interrives, 55% ont déclaré l'usage d'un pont spécifique. Le pont Samuel-De Champlain est le plus souvent déclaré, suivi du pont Jacques-Cartier et finalement du TLHL, avec près de 56 000 déplacements pondérés, ce qui correspond à plus de 22% des traversées par des conducteurs ayant déclaré un pont.

Tableau 7 Déplacements quotidiens issus de l'enquête OD 2018 selon la région d'origine et de destination

Région d'origine	Région de destination						Total
	Agglomération de Montréal	Laval	Courette Nord	Agglomération de Longueuil	Courette Sud	Ne sait pas / Refus/ Hors-territoire	
Observations, enquête							
Agglomération de Montréal	140,213	6,132	6,092	5,054	6,120	1,202	164,813
Laval	6,143	18,645	3,485	185	245	181	28,884
Courette Nord	6,142	3,490	54,335	299	379	1,032	65,677
Agglomération de Longueuil	5,027	183	294	24,494	4,810	470	35,278
Courette Sud	6,202	241	365	4,821	45,188	1,561	58,378
Ne sait pas / Refus/ Hors-territoire	1,131	182	1,053	469	1,534	399	4,768
Total	164,858	28,873	65,624	35,322	58,276	4,845	357,798
Pondéré, enquête							
Agglomération de Montréal	4,137,390	190,689	172,472	146,175	159,096	14,992	4,820,814
Laval	190,790	553,160	96,344	5,343	6,387	1,563	853,587
Courette Nord	173,895	96,265	1,432,644	7,770	9,850	19,671	1,740,095
Agglomération de Longueuil	145,633	5,230	7,688	628,779	115,713	7,611	910,653
Courette Sud	161,478	6,308	9,210	116,139	1,077,094	28,729	1,398,958
Ne sait pas / Refus/ Hors-territoire	14,228	1,848	20,744	7,909	28,323	0	73,051
Total	4,823,414	853,499	1,739,101	912,114	1,396,464	72,566	9,797,158
Observations, échantillon TLHL							
Agglomération de Montréal	19	3	12	487	314	26	861
Laval	5	1	0	37	22	4	69
Courette Nord	9	0	1	98	42	10	160
Agglomération de Longueuil	476	44	110	8	1	9	648
Courette Sud	325	25	42	0	7	15	414
Ne sait pas / Refus/ Hors-territoire	23	3	11	9	11	1	58

CONCEPTUALISATION ET ANALYSE DE L'IMPACT D'UNE ENTRAVE MAJEURE ET DE LONGUE DURÉE SUR LES COMPORTEMENTS DE MOBILITÉ : LE CAS DU TUNNEL LOUIS-HIPPOLYTE-LA FONTAINE (TLHL)

Total	857	76	176	639	397	65	2,210
Pondéré, échantillon TLHL							
Agglomération de Montréal	501	114	284	13,912	8,630	624	24065
Laval	199	27	0	1,017	580	66	1890
Couronne Nord	203	0	26	2,589	1,107	260	4185
Agglomération de Longueuil	13,419	1,265	2,936	206	42	139	18007
Couronne Sud	9,014	632	1,034	0	175	222	11078
Ne sait pas / Refus/ Hors-territoire	650	56	300	120	150	0	1275
Total	23986	2093	4581	17844	10683	1311	60499

Tableau 8 Traversées du fleuve par des automobilistes avec pont déclaré

	Direction Sud	Direction Nord	Total
	Mtl-Laval-C.Nord / Longueuil-C.Sud	Longueuil-C.Sud / Mtl-Laval-C.Nord	
Observations	12,282	12,312	24,594
Pondérés	334,621	335,547	670,169
Conducteurs	8,380	8,461	16,841
Pondérés	226,300	228,450	454,750
Ponts déclarés	4,567	4,701	9,268
Pondérés	125,498	128,226	253,724
Pourcentage non pondéré de ponts déclarés	54.5	55.6	55.0
Pourcentage pondéré de ponts déclarés	55.5	56.1	55.8
Déplacements pondérés par pont, % des ponts déclarés			
Tunnel -L-Hippolyte-La Fontaine	22.11	22.03	22.07
Pont Jacques-Cartier	25.03	25.88	25.46
Pont De La Concorde	0.1	0.09	0.1
Pont Victoria	8.21	7.54	7.87
Pont Samuel-De Champlain	27.88	27.43	27.65
Pont Honoré-Mercier	17.08	17.46	17.27
Déplacements pondérés par pont			
Tunnel -L-Hippolyte Lafontaine	27,753	28,244	55,997
Pont Jacques-Cartier	31,412	33,189	64,600
Pont De La Concorde	121	121	242
Pont Victoria	10,299	9,663	19,962
Pont Samuel-De Champlain	34,989	35,173	70,163
Pont Honoré-Mercier	21,436	22,388	43,824

Dans le Tableau 9, on s'intéresse aux déplacements qui impliquent au moins une portion du déplacement en transport collectif. Ce sont un peu plus de 30% des déplacements interrives qui comprennent une part du déplacement en transport en commun. Bien que près de 20% des déplacements traversant le fleuve comprennent un tronçon en métro, c'est l'autobus qui est le mode de transport collectif le plus utilisé pour traverser le fleuve en 2018. Le train de banlieue, avec son service moins fréquent, est utilisé dans un peu plus de 4% des déplacements interrives. C'est au total 9% des traversées qui impliquent un point de jonction intermodal, généralement entre l'automobile et le transport en commun. Les pourcentages rapportés des différents modes de transport en commun ne totalisent pas 100%, car plus d'un mode peut être utilisé dans un déplacement interrives. Les traversées impliquant le vélo représentent bien en deçà de 1% des déplacements, incluant les accès vélo au réseau de transport en commun. Les parts d'usage de différents modes selon la direction de traversée du fleuve sont largement similaires, ce qui reflète que la plupart de ces déplacements sont pendulaires.

Tableau 9 Distributions modales en transport en commun, déplacements interrives du fleuve direction nord et sud, sur 24 heures

	Direction Sud	Direction Nord	
	Mtl-Laval-C.Nord / Longueuil-C.Sud	Longueuil-C.Sud / Mtl-Laval-C.Nord	Total
Transport collectif, tout mode			
Observations	3,543	3,595	7,138
Pondérées*	100,893	102,396	203,289
Pourcentages, pondérés**	30.15	30.52	30.33
Modes de transport collectif impliqués** dans la traversée, % pondérés			
Métro	19.44	19.82	19.64
Autobus	23.86	23.99	23.92
Train de banlieue	4.19	4.21	4.2
Point de jonction	9.28	9.47	9.38
Vélo	0.58	0.54	0.56

* Les données pondérées produisent des estimations de population qui sont traditionnellement arrondies à la dizaine près pour la population et sans décimales pour les pourcentages. On les présente ici sans modifications pour expliciter la démarche de calcul, mais le lecteur est avisé de ne pas attacher une importance trop grande aux décimales.

** La somme des pourcentages pour chaque mode de transport n'égalise pas 100, car plus d'un mode de transport peut avoir été utilisé dans un déplacement. Par exemple, départ de la maison en transport en commun sur la Rive-Sud jusqu'à la station de métro Longueuil, puis correspondance vers l'ouest de l'île par autobus.

Dans le Tableau 10, on s'intéresse plus spécifiquement aux traversées de conducteurs ayant déclaré des ponts traversant le fleuve. Parce qu'un même déplacement peut impliquer plus d'une traversée de pont, la valeur totale de 9853 observations est légèrement plus grande que les 9268 traversées de ponts déclarés dans le Tableau 8. On constate que peu importe si la traversée a été faite par le TLHL ou un autre pont, ce sont le retour au domicile (42%) et les déplacements vers le travail (36% sur TLHL et 35% sur les autres ponts) qui accaparent la grande majorité des motifs de déplacements. Ensemble, les loisirs, les visites d'amis ou de parenté et le magasinage font moins de 10% des déplacements, tant sur le TLHL que sur les autres ponts. On note aussi de façon symétrique que plus de 50% des déplacements déclarés se font durant les deux périodes de pointe (environ de 6h00 à 8h59 et de 15h30 à 18h29) tant sur le TLHL que sur les autres ponts. Une stratégie de collecte supplémentaire gagnerait donc à se concentrer sur les déplacements en direction et provenance du travail.

Comme le démontre la Figure 12, les pointes générales de traversées pour l'ensemble des déplacements interrives ont lieu de la Rive-Sud vers la ville de Montréal (vert) le matin et de la ville de Montréal vers la Rive-Sud (bleu) durant la pointe du soir. Les déplacements dans la direction inverse durant ces périodes de pointe sont environ quatre fois plus faibles que les déplacements dans la

direction principale de la pointe. En comparaison, les déplacements de Rive-Nord (incluant Laval) vers et en provenance de la Rive-Sud (incluant Longueuil) sont de bien moindre importance en ce qui concerne le volume. Si le portrait est similaire pour les déplacements spécifiques au TLHL (Figure 13), on note que les différences directionnelles sont bien moins grandes et que la part des déplacements liant la Rive-Nord à la Rive-Sud est bien plus importante. La Figure 14 montre que les conducteurs ayant déclaré un pont traversant le fleuve le font de façon assez symétrique tout au long de la journée. Les pointes et les creux ont lieu aux mêmes périodes et les variations entre les valeurs les plus élevées et les plus faibles pour un pont sont similaires. La Figure 15 et la Figure 16, elles, permettent d'explorer la différence entre les motifs des déplacements des conducteurs ayant utilisé le TLHL et les motifs des déplacements pour toutes les autres traversées, peu importe le mode. Notons que si les déplacements vers l'école ont une certaine importance dans l'ensemble des traversées du fleuve, pour les déplacements de conducteurs par le TLHL, la dominance des déplacements vers le travail est bien plus nette. Ce constat est certainement logique du fait de la proximité des pôles industriels de Longueuil, de Boucherville et de l'est de Montréal. De même, les parts de déplacements pour d'autres motifs que le travail sont minimes pour le TLHL. Parce que la Figure 15 est basée sur l'ensemble des traversées, on peut voir qu'en comparaison, le Tableau 10 basé sur les conducteurs ayant déclaré une traversée possède un taux bien plus faible de déplacements pour motifs d'études pour le TLHL. Ceci suggère qu'une grande majorité de ces déplacements d'étude sont faits par d'autres modes, notamment les transports en commun.

Tableau 10 Caractéristiques des déplacements de conducteurs traversant le TLHL et les autres ponts traversant le fleuve vers la Rive-Sud

	Autres ponts	
	Rive-Sud	TLHL
Observations	7649	2204
Pondérées	206,324	60,344
Motifs, % pondéré par colonne		
Travail	35.0	36.0
Rendez-vous d'affaires	2.2	3.0
Sur la route	0.6	0.9
École	1.9	1.3
Magasinage	2.7	3.0
Loisir	3.9	3.5
Visite d'ami(e)s / parenté	2.7	3.0
Santé	1.5	1.3
Reconduire quelqu'un	2.0	1.2
Chercher quelqu'un	2.7	3.0
Retour au domicile	42.7	42.1
Autre	1.9	1.7
Indéterminé / refus/ NSP	0.1	0.0
Heures de départ, % pondéré par colonne		
0h à 5h59	10.1	10.9
6h à 8h59	25.1	23.8
9h à 11h59	9.5	9.2
12h à 15h29	15.2	16.9
15h30 à 18h29	27.1	27.1
18h30 à 23h59	13.0	12.1

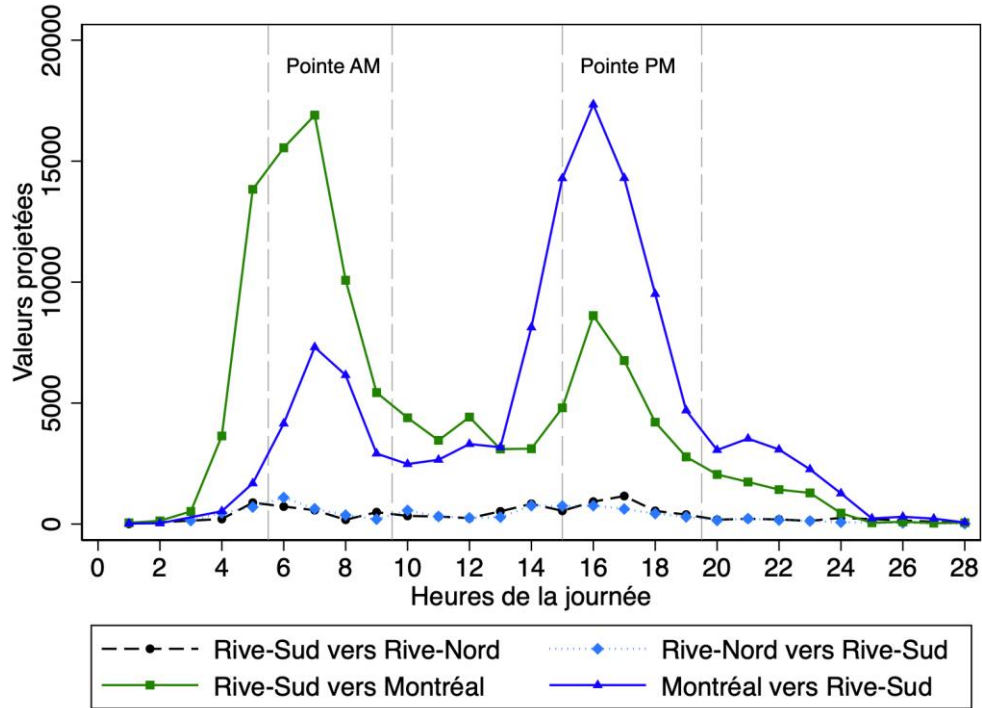


Figure 12 Déplacements interrives pour conducteurs avec ponts déclarés selon la région de provenance et de destination, données pondérées

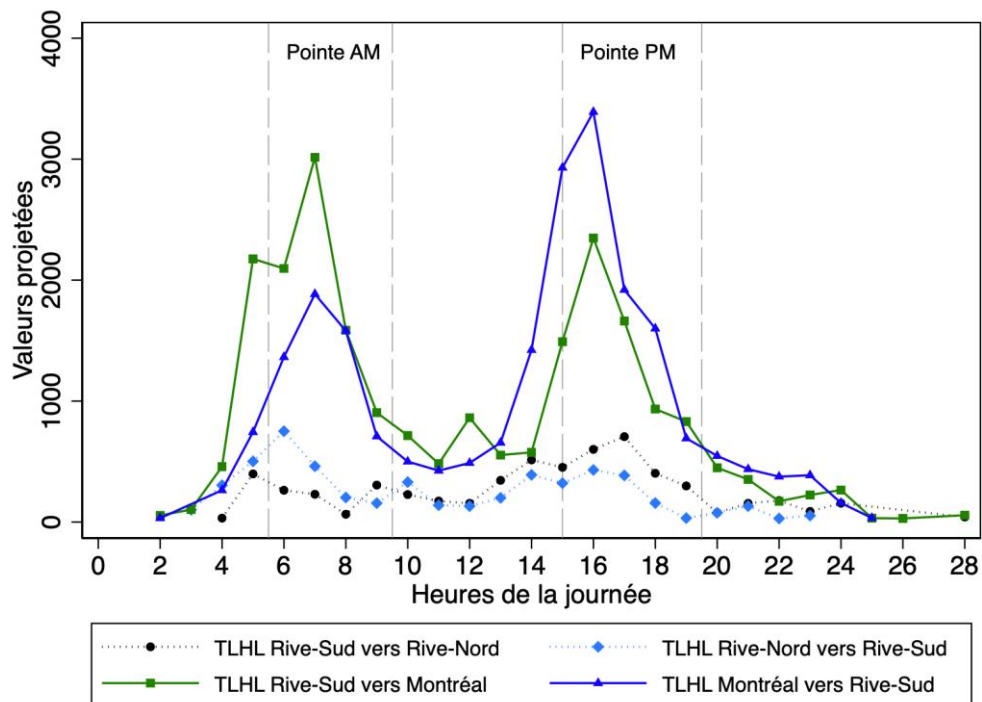


Figure 13 Déplacements par le TLHL pour conducteurs avec ponts déclarés selon la région de provenance et de destination, données pondérées

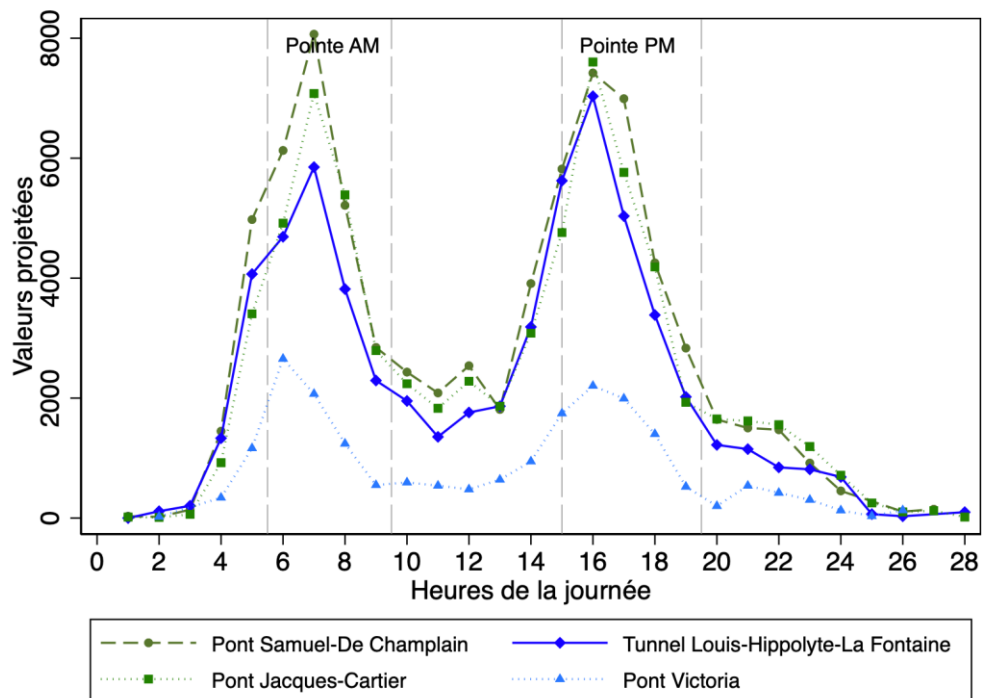


Figure 14 Déplacements selon les ponts utilisés par les conducteurs ayant déclaré un pont traversant le fleuve, total des deux directions, données pondérées

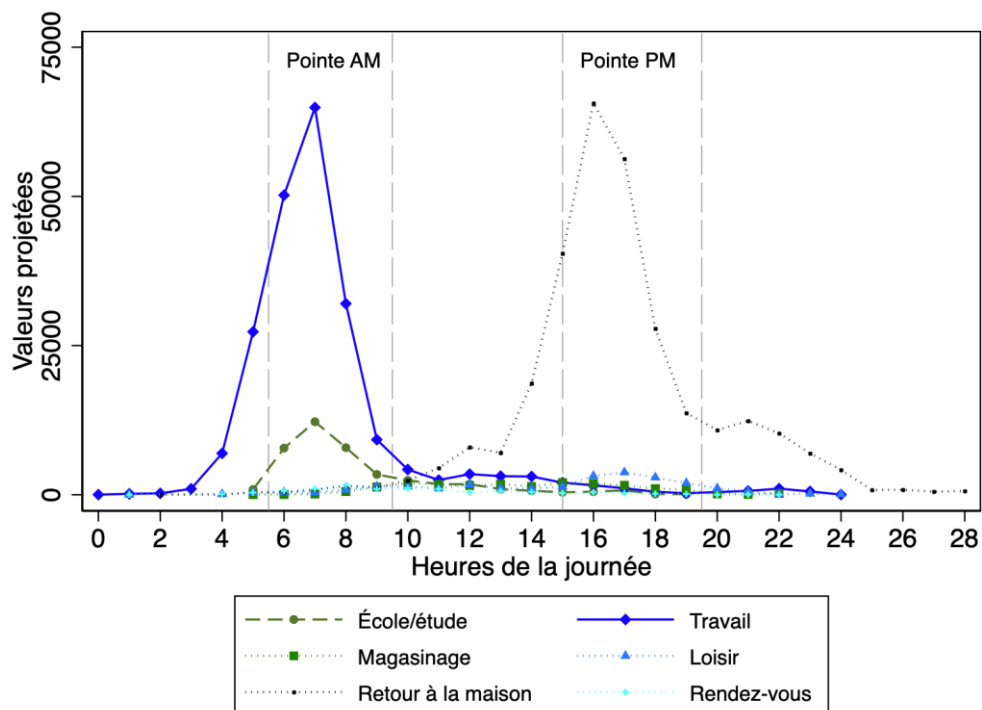


Figure 15 Déplacements traversant le fleuve par tous les modes de transport selon le motif, données pondérées

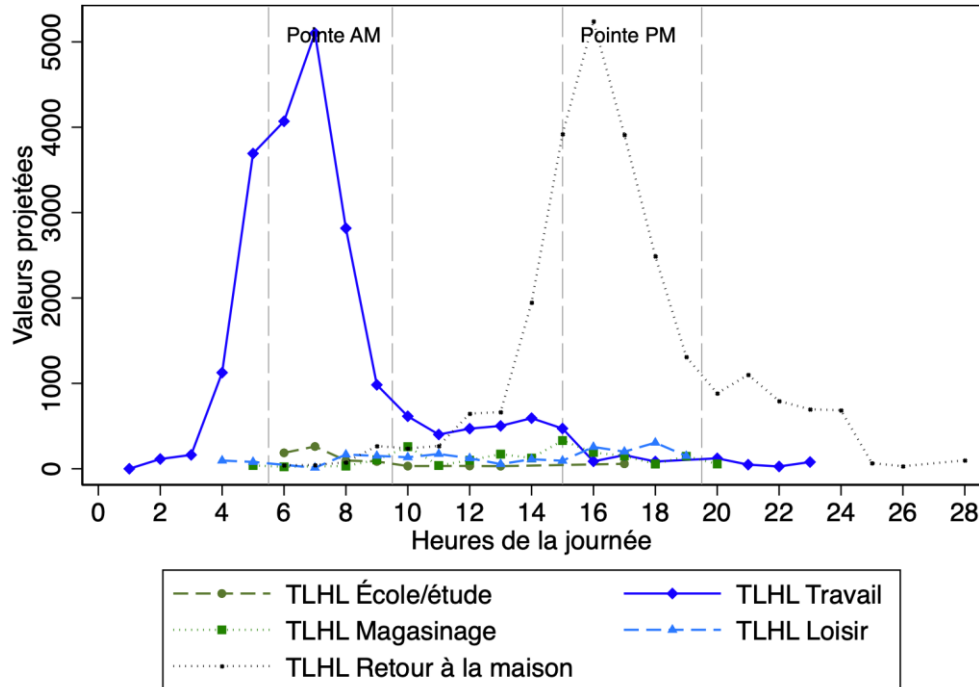


Figure 16 Déplacements par le TLHL pour conducteurs avec ponts déclarés selon le motif, données pondérées

En traitant l'EOD en fonction des individus ayant effectué les déplacements d'intérêt, on peut obtenir un portrait sociodémographique des conducteurs ayant déclaré l'usage d'un pont (Tableau 11). Encore une fois, on met le TLHL en exergue et on le compare aux utilisateurs des autres ponts. Parmi les conducteurs utilisant le TLHL, on note que plus de 80% sont des travailleurs, que le second plus grand groupe d'utilisateurs est composé de retraités, et que ceux-ci sont deux fois plus nombreux que les étudiants et les travailleurs à temps partiel. Les groupes d'âge sont conséquents avec ces caractéristiques étant donné qu'ils sont concentrés dans les 25 à 59 ans, avec la plus grande catégorie d'usage pour le TLHL parmi les 55 à 59 ans (et 50 à 54 ans pour les autres ponts). Les différences entre le TLHL et les autres ponts sont modestes, mais une moins grande part d'étudiants l'utilise. En ce qui concerne le revenu, une autre variable pour laquelle les données sont incomplètes (voir note au bas de tableau), les plus grandes parts d'utilisateurs du TLHL se trouvent parmi les individus appartenant à des ménages déclarants entre 90 000 et 119 999\$. Ces données ne suggèrent pas de grandes différences dans le profil socioéconomique des conducteurs utilisant le TLHL par rapport à ceux utilisant d'autres ponts. Les plus grandes différences sont certainement dans la région du logis des ménages impliqués dans les traversées. Pour le TLHL comme pour les autres ponts rejoignant la Rive-Sud, la grande majorité des utilisateurs résident à Longueuil et dans la Couronne Sud (53% et 74%), mais le TLHL est largement plus utilisé que les autres ponts par les résidents de la Couronne Nord (12% TLHL contre 2% pour les autres ponts). C'est possiblement parce que les îles de Montréal et de Laval sont plus étroites à cet endroit, mais aussi parce que le TLHL permet d'éviter le centre congestionné de l'agglomération. On y note également une bien plus grande part d'utilisateurs résidant dans les

quartiers centraux de Montréal, dans l'est de l'île et à Laval. Les résidents du centre-ville, eux, choisissent plus généralement d'autres ponts. En somme, le TLHL est particulièrement un pont de travailleurs, troisième en parts d'utilisateurs, utilisé de façon plus uniforme au long de la journée et plus populaire pour traverser l'île et aller de la Rive-Nord à la Rive-Sud.

Tableau 11 Déplacement passant par les ponts vers la Rive-Sud: caractéristiques des individus conducteurs, données pondérées

	Autres ponts Rive-Sud	TLHL
Observations	3,925	1,235
Pondérés	105,820	33,915
Occupation, % par colonne		
Travailleur à temps complet (30 h et +)	80.28	80.46
Travailleur à temps partiel	3.82	3.94
Étudiant / élève	5.19	3.8
Retraité	8.41	8.65
Autre	1.51	2.13
À la maison	0.79	1.02
Age, % par colonne		
15 à 19 ans	0.82	0.55
20 à 24 ans	5.11	4.41
25 à 29 ans	10.16	9.42
30 à 34 ans	9.71	11.05
35 à 39 ans	11.43	11.2
40 à 44 ans	12.3	10.9
45 à 49 ans	12.22	12.21
50 à 54 ans	12.57	12.06
55 à 59 ans	10.49	13.02
60 à 64 ans	6.8	7.7
65 à 69 ans	3.5	3.72
70 à 74 ans	2.61	1.91
75 ans et +	2.27	1.77
Revenu du ménage *, % par colonne		
Moins de 30 000\$	4.44	5.65
Entre 30 000 et 59 999\$	15.48	17.24
Entre 60 000 et 89 999\$	22.07	18.09
Entre 90 000 et 119 999\$	22.27	25.85
Entre 120 000 et 149 999\$	13.75	12.4
Plus de 150 000\$	21.99	20.76
Région du logis, % par colonne		
Agglomération de Montréal - Centre-Ville	2.26	0.12
Agglomération de Montréal - Centre	14.72	18.73
Agglomération de Montréal - Est	0.53	11.18
Agglomération de Montréal - Ouest	6.1	1.78
Agglomération de Longueuil	34.71	25.92
Laval	1.46	3.6
Couronne Nord	1.68	11.79
Couronne Sud	38.54	26.87

* Note: Respectivement 2665 et 755 observations de revenu

8.2 Analyse des débits et de l'achalandage

8.2.1 Déplacements par véhicule

Cette section permet d'aborder et d'analyser plus directement les effets de la fermeture partielle du TLHL et de ses impacts sur les débits de circulation dans le TLHL, sur les autres ponts ainsi que sur d'autres parties du réseau routier et de transport en commun. Les riches données temporelles sur six ans présentent quelque 3384 observations de débits ou d'achalandages mensuels. À ces données s'ajoutent les transpositions produites (et décrites dans la section méthodologie) pour réorganiser la base de données. Cette base de données révèle les transformations ayant eu lieu dans les dernières années qui peuvent être reliées aux travaux de réfection du TLHL, mais aussi à de plus grandes tendances dans la région. Il est pertinent de débiter par une présentation visuelle de ces données. La Figure 17 est un excellent point de départ pour tenter d'analyser l'induction inverse. Elle fait état des débits mensuels sur le TLHL depuis 2018 dans les deux sens. On y voit clairement les pointes de débits de juillet-août et les creux de janvier-février. Les réductions d'achalandage lors des confinements liés à la pandémie de Covid-19 en mars-avril 2020 et durant l'hiver 2021 sont particulièrement prononcées et la tendance générale est à la réduction des débits sur l'infrastructure sur cette période de six ans. L'effet de la fermeture partielle du TLHL est particulièrement évident pour les déplacements en direction de la Rive-Sud. Cette distinction suggère qu'il est plus facile d'éviter les déplacements en direction Rive-Sud sur l'infrastructure par rapport aux entrées à Montréal, souvent par des travailleurs de la Rive-Sud. Elle reflète aussi le fait que la fermeture partielle affecte plus fortement les déplacements vers la Rive-Sud : sur les trois des six voies ouvertes, deux sont allouées aux déplacements vers Montréal, et une aux déplacements vers la Rive-Sud. Parce que les entraves majeures ont débuté le lundi 31 octobre 2022, les débits mensuels devraient donc en subir les effets à partir de novembre 2022.

Selon le Modèle de transport urbain de la région de Montréal (MOTREM18), un modèle d'affectation routière¹¹ produit à l'aide des données de l'EOD 2018 et des comptages routiers¹², le MTMD peut produire des estimations des volumes de circulation sur différentes voies du réseau. En utilisant les données pour une journée de semaine moyenne à l'automne en direction nord (les données pour la direction sud sont similaires et sont exclues pour alléger le graphique), on peut estimer une approximation du volume mensuel pour la comparer aux données de comptages routiers pour le TLHL. Avec pour base le volume de septembre 2018, on peut appliquer le taux de croissance prévu pour le TLHL en 2021 selon les modélisations du MTMD. Le modèle prévoyait une croissance des déplacements, puis une stabilisation dans la période d'intérêt pour notre analyse du TLHL (2021 à 2023). Le taux pour 2021 est celui qui a été projeté à l'aide du MOTREM18. La valeur pour 2023 est une interpolation linéaire entre les projections du MOTREM18 pour 2021 et 2026. Comme on peut le constater, la

¹¹ Page de description du modèle d'affectation routière du MTMD : <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/Planification-transports/modeles-transport/modeles-affectation-routiere/Pages/modeles-affectation-routiere.aspx>

¹² Information sur les sources du MOTREM : <https://cme-emh.ca/inventory-model/modele-de-transport-urbain-de-la-region-de-montreal-motrem-modele-de-transport-de-lagglomeration-de-quebec-motraq/>

pandémie de COVID-19 de 2020 et les travaux de réfection du TLHL débutant en 2022 produisent une déviation importante par rapport aux projections du MOTREM18 qui, elles, se basaient sur une poursuite des tendances et un réseau sans entrave.

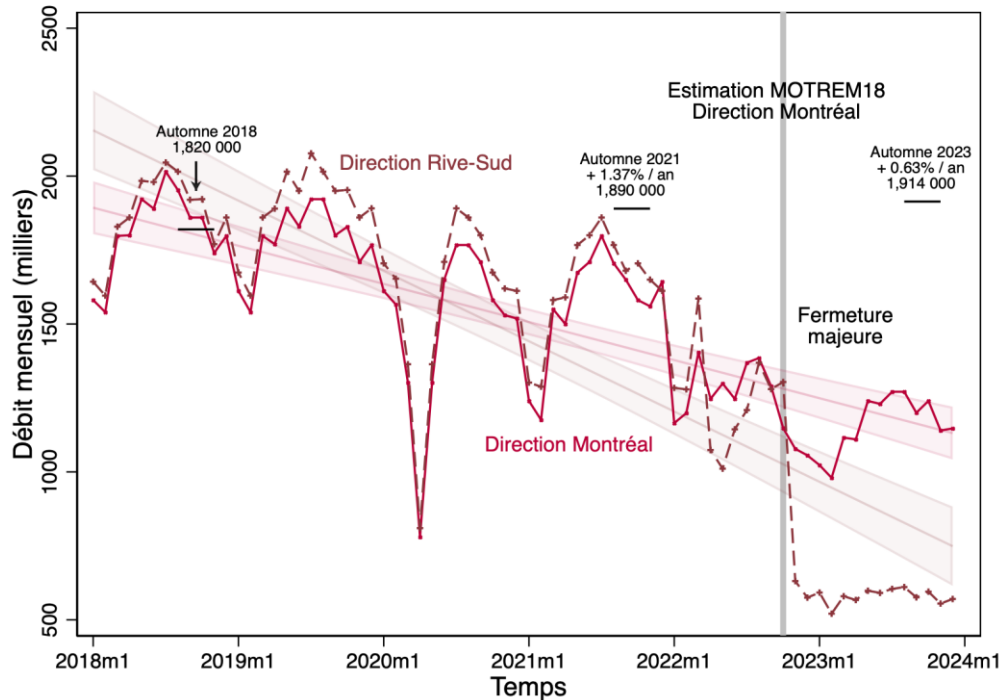


Figure 17 Débits mensuels bidirectionnels sur le TLHL et estimations selon le modèle du MTMD

Les deux prochaines figures (Figure 18 et Figure 19) montrent plus clairement ces variations mensuelles et la diminution des débits au fil des années récentes. Un an après la fermeture majeure du 31 octobre 2022, les débits mensuels direction Montréal ont pris le dessus par rapport aux mois suivant la fermeture, ce qui suggère une reprise de la circulation après un effet dissuasif initial du début des travaux. Direction Rive-Sud, les niveaux se sont stabilisés bien plus bas pour l'année 2023. Novembre 2023, 12 mois plus tard, y reste en dessous de novembre 2022.

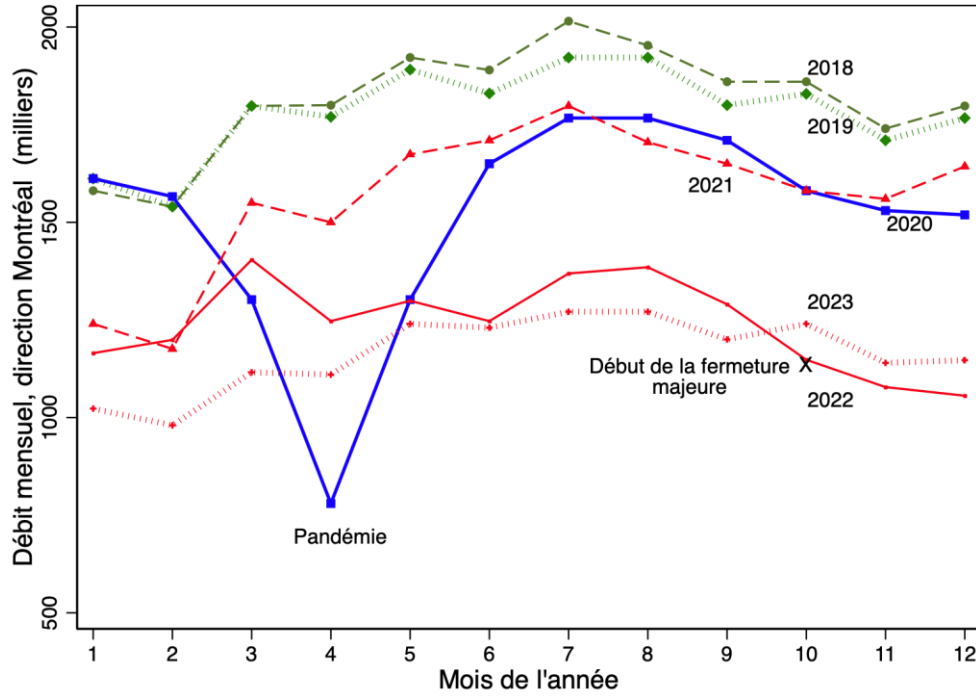


Figure 18 Débits mensuels sur le TLHL, direction Montréal, en fonction des mois de l'année

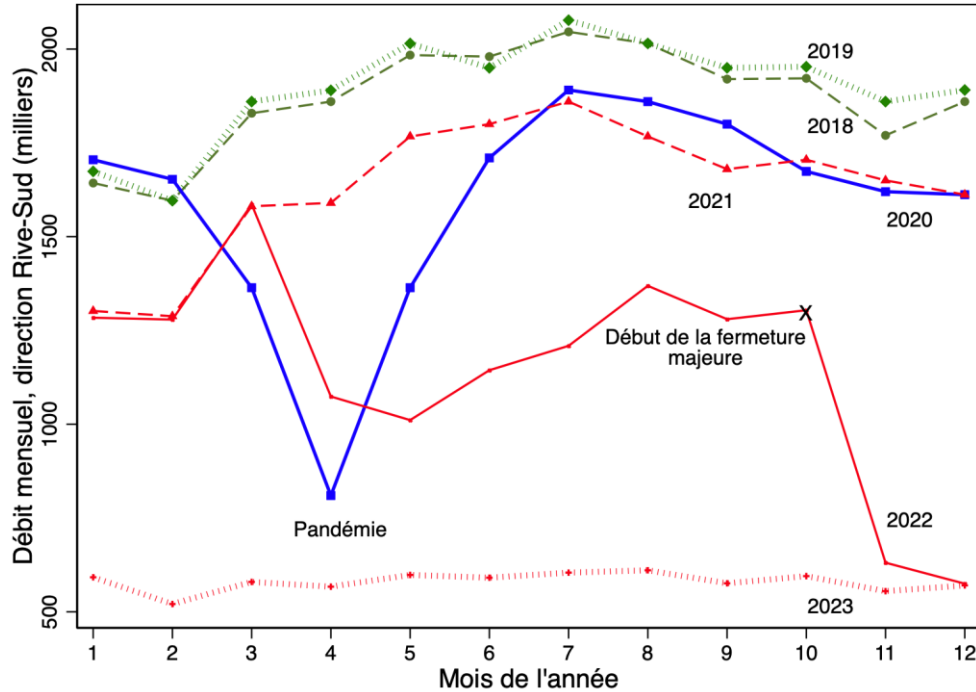


Figure 19 Débits mensuels dans le TLHL, direction Rive-Sud, en fonction des mois de l'année

Selon la logique de l'induction inverse, parce que les automobilistes préfèrent souvent maintenir leurs déplacements automobiles, il est pertinent d'observer

les déplacements sur les ponts adjacents pouvant permettre de remplacer un déplacement sur le TLHL. Dans la Figure 20, on peut voir que sur le pont le plus près, le pont Jacques-Cartier, les déplacements vers la Rive-Sud se détachent à la hausse par rapport à ceux vers Montréal, ce qui suggère un certain remplacement des déplacements réduits du TLHL. L'effet général ne semble visuellement pas très important. On peut percevoir une certaine augmentation sur le prochain pont Victoria, mais ce sont les déplacements vers Montréal qui prennent le dessus. Dès son ouverture, le pont Samuel-De Champlain présente une chute importante liée à la pandémie, mais la reprise est rapide, la tendance linéaire est à l'augmentation rapide des débits tant avant qu'après le début des travaux du TLHL. Comme pour le pont Jacques-Cartier, le début des travaux coïncide avec une démarcation plus grande entre les déplacements selon leur direction, avec une plus grande augmentation des déplacements vers la Rive-Sud. Ces observations suggèrent la plausibilité d'un transfert des usagers du TLHL vers les autres ponts. Les transferts seraient plus importants pour les déplacements vers la Rive-Sud, et visuellement plus décelables sur la plus modeste infrastructure du pont Victoria. Notons finalement que le pont Victoria n'a pas vu ses débits revenir à la normale aussi vite que les deux autres ponts après la pandémie. Le bond subit dans les volumes après le début des travaux le ramène plus près de ses niveaux de débits prépandémie sans les atteindre.

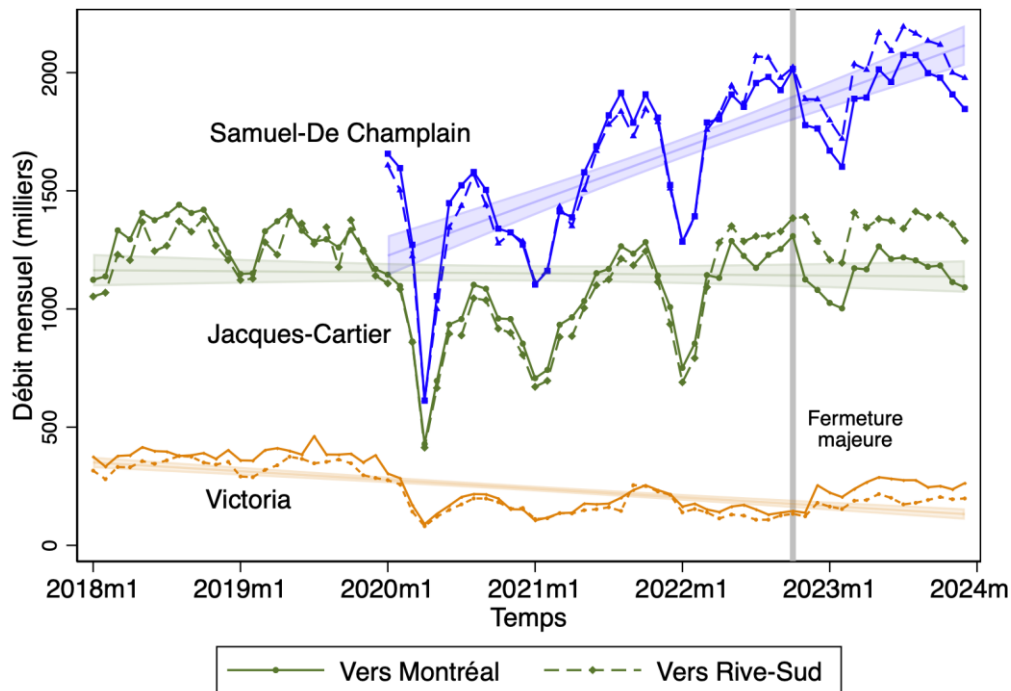


Figure 20 Débits mensuels bidirectionnels sur les trois ponts proposant un trajet alternatif à la traversée du TLHL

Si l'on voit une forte augmentation des débits sur le pont Samuel-De Champlain, les deux autres ponts (ainsi que le pont Honoré-Mercier, données non présentées pour faciliter la lecture des graphiques) semblent présenter une tendance moyenne légèrement à la baisse sur la période à l'étude. Cette tendance n'a toutefois pas de commune mesure avec celle observée pour le TLHL.

Mais qu'en est-il des déplacements en général dans la région? En explorant deux tronçons d'autoroutes menant vers Montréal par le nord et l'est (Figure 21), on peut constater une faible pente à la hausse entre 2021 et 2023, et des variations saisonnières largement parallèles entre ces deux tronçons de contrôle qui reflètent les mêmes variations saisonnières constatées sur les autres infrastructures présentées plus haut. Parce que les mêmes mois sont représentés de chaque côté du début des entraves majeures, les effets d'entraînement à la baisse de l'hiver et à la hausse de l'été ne semblent pas être en cause. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on se concentre sur les années précédant et suivant les travaux (2021 à 2023). On évite d'intégrer l'effet majeur de la pandémie sur les débits dans une pente de tendance. Les modestes variations observées seraient difficilement perceptibles à côté. Si les tendances observées sur les sorties de Montréal vers le nord et le sud semblent aller à l'encontre de ce que l'on observe pour les ponts Jacques Cartier et Victoria, c'est fort probablement en bonne partie dû à l'engouement pour le nouveau pont Samuel-De Champlain qui a absorbé une part de la circulation traversant le fleuve sur les autres ponts. De même, si les deux tronçons identifiés sont représentatifs de la circulation sur les grands axes de Montréal, nos observations pointent vers une stabilité, voire une légère croissance des déplacements comme tendance de fond. Celle-ci n'explique pas les réductions progressives (tendance dans le temps) et subites (liées aux travaux) des débits du TLHL.

Pour évaluer si les impacts au TLHL se répercutent plus loin sur le réseau sur des voies d'accès des ponts vers la Rive-Sud, des données ont été également colligées pour certaines stations adjacentes aux ponts d'intérêt (Figure 22). Ces stations sont présentées sur les Figure 10 et Figure 11. De façon cohérente avec les données du TLHL, sa voie d'accès, l'A25 à Montréal au nord du Tunnel en direction de l'extérieur de la ville est l'infrastructure qui semble afficher la plus grande réduction de débits à la suite du début des travaux, réduction qui mime bien celle vue sur le TLHL dans la même direction. Cet impact ne se répercute toutefois pas plus loin sur le réseau aux stations de comptage de l'A40 (en bleu poudre sur la figure). On peut également constater une réduction de débits sur l'A20 sur la Rive-Sud, mais celle-ci est de moindre taille et ne se distingue pas selon la direction. Possiblement parce que ce ne sont que deux des voies d'accès multiples possibles pour le pont Samuel-De Champlain, les routes R116-Rive-Sud et l'A15 de Montréal ne présentent pas de variations visuelles claires. Le manque à gagner du TLHL semble en partie repris par les autres ponts, mais de façon très modeste. Les impacts sur les voies d'accès, outre celle en direction du TLHL, ne sont pas visuellement distinguables. On explorera la question avec plus de précisions dans les sections suivantes.

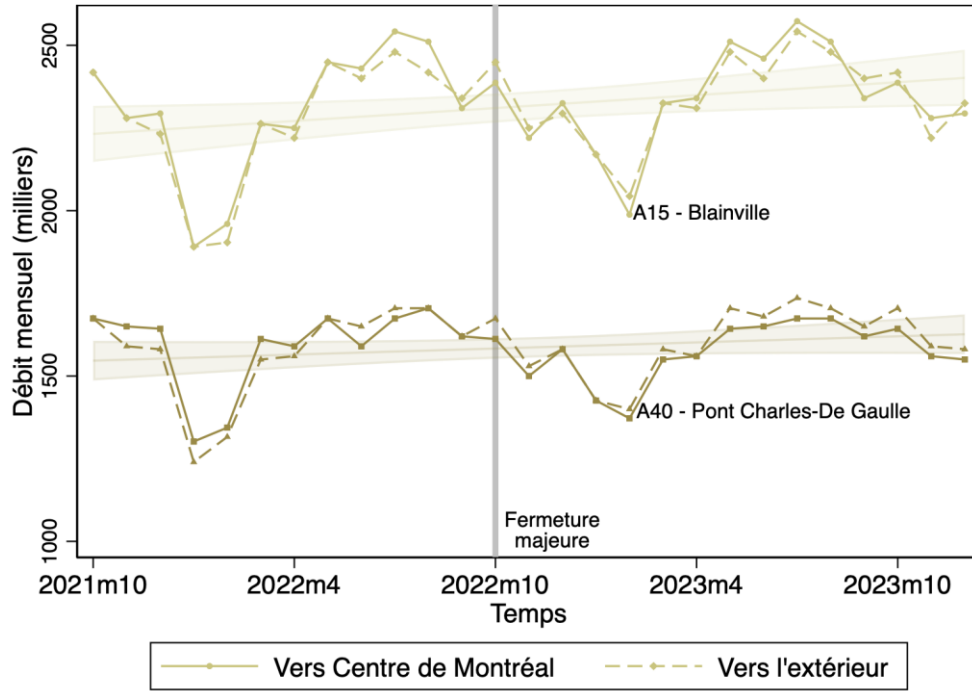


Figure 21 Débits mensuels sur deux tronçons de contrôle théoriquement non affecté par le TLHL

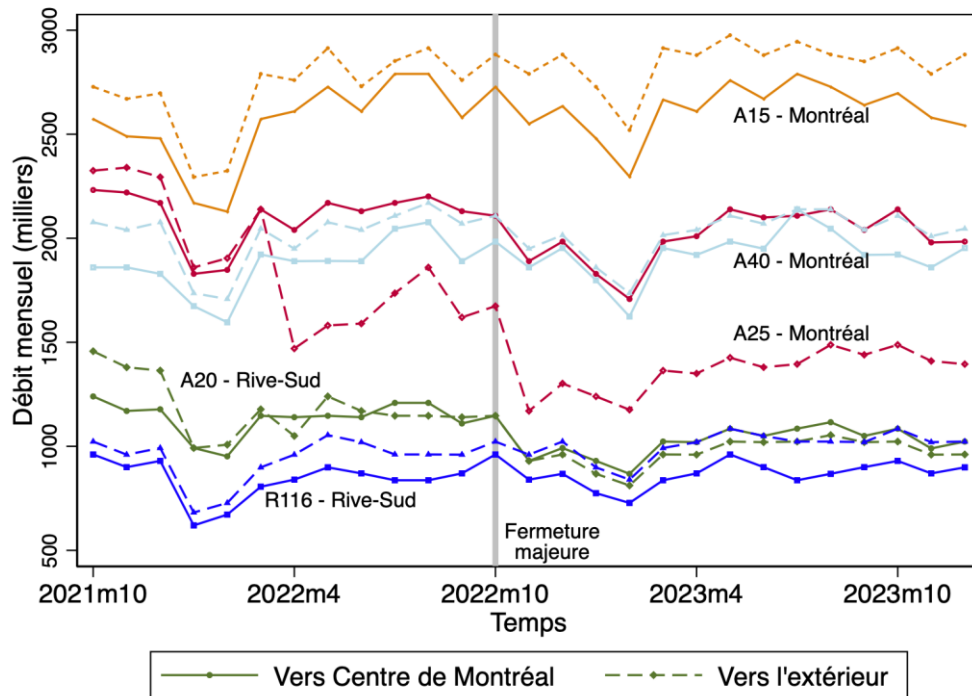


Figure 22 Débits mensuels sur les voies d'accès aux ponts de la Rive-Sud (réseau potentiellement impacté)

8.2.2 Camionnage et vélo

On s'est intéressé jusqu'ici aux déplacements par véhicules ce qui, pour la plupart des infrastructures comporte des données sur les passages de camions lourds. C'est le cas du TLHL. Mais pour les ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain, les capteurs des stations mesurent séparément les véhicules lourds. Bien qu'on ne puisse directement associer des réductions de véhicules lourds sur le TLHL à des ajouts de ces véhicules sur les deux autres ponts, il est possible de tout du moins explorer si des variations notables ont eu lieu à partir du début des travaux sur le TLHL. La Figure 23 présente les données de débits de camionnage disponibles. On peut aisément constater la séparation des données directionnelles sur le pont Samuel-De Champlain dès le début 2022. Les débits vers la Rive-Sud poursuivent leur croissance dans le temps alors que ceux vers Montréal se stabilisent, ou réduisent légèrement après le début des travaux. Ces données suggèrent une anticipation des travaux et un évitement des travaux préparatifs du TLHL. Il est possible que les données de camionnage vers la Rive-Sud reflètent un transfert des camions du TLHL.

Pour le pont Jacques-Cartier, les débits vers la Rive-Sud sont généralement plus élevés, mais chutent dans le mois précédent et les quelques mois suivants les travaux. Ceux vers Montréal ne présentent pas de tendance évidente. Ces interprétations sont spéculatives et les données ne nous permettent pas de faire des vérifications plus poussées.

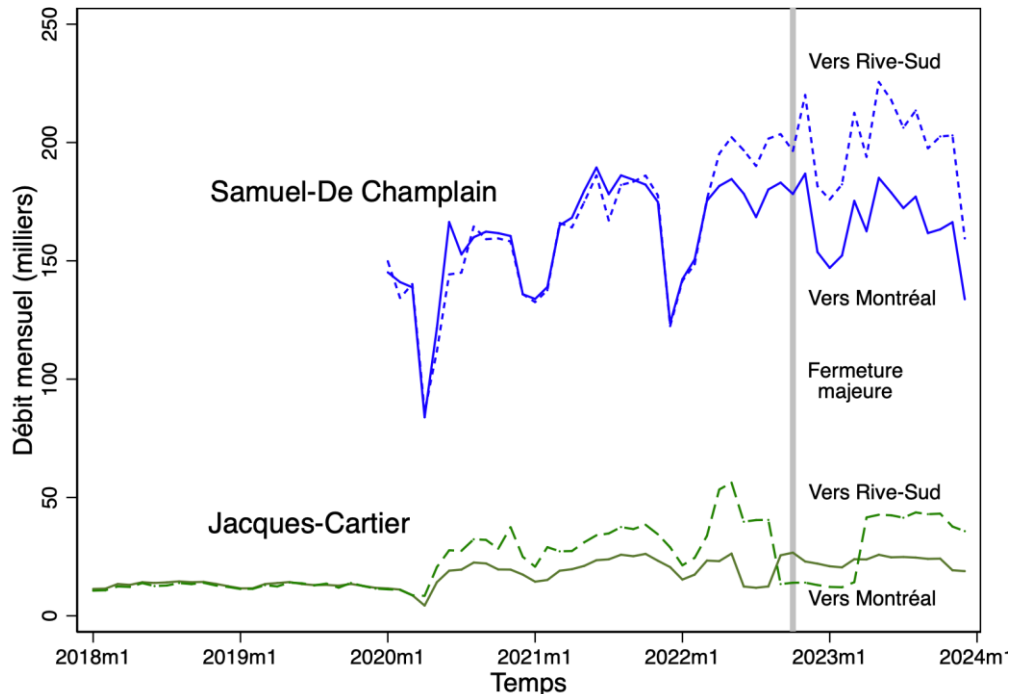


Figure 23 Le camionnage sur les ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain

Il en est de même pour les données de comptages de vélos sur les deux mêmes ponts (Figure 24). Les données nous permettent de constater les tendances saisonnières fortes, ce qui pouvait être attendu, et un possible pic de traversées

en 2020 sur le pont Jacques-Cartier. Les compteurs du pont Samuel-De Champlain démontrent, pour des débits moindres, une chute modeste des traversées depuis la mise en service, puis une stabilisation à l'été 2023. On pourrait poser l'hypothèse que la volonté de découverte de la traversée de cette nouvelle infrastructure se soit estompée avec le temps, possiblement parce qu'elle est moins pratique ou agréable que d'autres traversées. Malheureusement, l'absence de données sur le pont Jacques-Cartier pour la saison de 2023, période cruciale dans le cadre de ce projet, rend l'analyse des données de vélo impossible à pousser plus loin. Notons finalement que les débits mensuels de vélo, parce qu'ils n'atteignent jamais 50 000 passages, attestent du faible potentiel de transfert modal des véhicules vers le vélo. On compte les traversées mensuelles par véhicules sur l'ensemble des ponts à l'étude dans les millions. Un transfert modal de quelques milliers de véhicules vers le vélo pour les traversées du fleuve aurait été facilement perceptible.

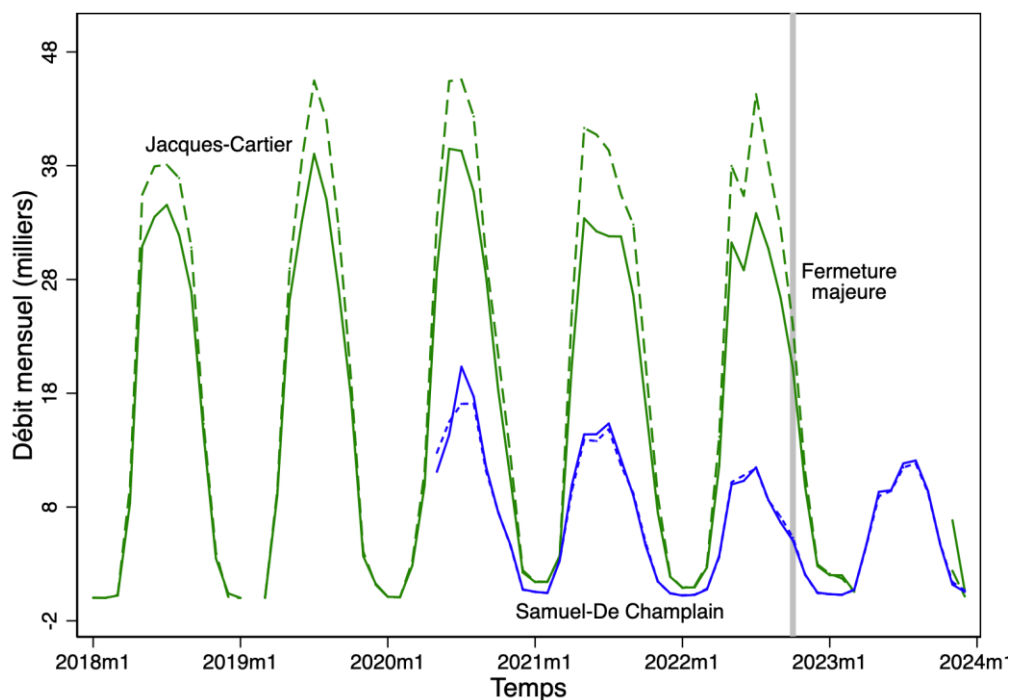


Figure 24 Passages de vélos sur les ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain : des données incomplètes

8.2.3 Achalandage du transport en commun

Contrairement au vélo, qui affiche une certaine stabilité au-delà des variations saisonnières, l'achalandage des réseaux de transport en commun a connu des variations importantes sur la période à l'étude. Dans la Figure 25, on peut le constater sur les infrastructures structurantes sur rails faisant le lien avec la Rive-Sud. Outre la mise en service et l'adoption rapide du REM à la fin juillet 2023¹³, on note l'importante chute du transport en commun liée à la pandémie en mars

¹³ Communiqué de presse du REM, 7 juillet 2023 : <https://rem.info/fr/actualites/mise-en-service-du-rem>.

2020. On peut voir tant pour la ligne jaune du métro que pour les deux lignes de train de banlieue en direction de la Rive-Sud que la chute est plus drastique. C'est probablement lié au fait que le transport en commun dessert plus de déplacements vers le travail, en comparaison aux déplacements automobiles qui desservent aussi des déplacements vers des lieux de villégiature et des déplacements régionaux. Le risque de contagion perçu dans les infrastructures de transport en commun a sans doute aussi contribué à réduire leur usage.

Contrairement aux déplacements automobiles où la reprise a été rapide, la reprise du transport en commun s'étale sur toute la période à l'étude, et n'a pas atteint son niveau de prépandémie à la fin 2023. Des 650 000 à 700 000 déplacements prépandémie direction Montréal sur la ligne jaune, on en est, fin 2023 à quelques 400 000 déplacements. On note aussi dans cette figure que la ligne Saint-Hilaire se démarquait clairement de celle de Candiac avec un achalandage prépandémie systématiquement plus élevé. Avec la pandémie, l'achalandage devient beaucoup plus similaire entre les deux lignes et la reprise est tout aussi longue que dans le cas du métro. Alors qu'en septembre 2019 les lignes affichaient des achalandages de 115 000 (Candiac) et de 200 000 respectivement (données des deux directions combinées), elles se situent toutes deux en septembre 2023 autour de 85 000. Pour la ligne de Saint-Hilaire, cela représente donc un retour à environ 42% de son achalandage de 2019. Pour celle de Candiac, le retour d'achalandage est plus près de 75%. Pour ces trois lignes ayant des données avant et après la fermeture, la figure ne démontre pas d'impacts clairement perceptibles de la fermeture du TLHL qui pourraient suggérer un transfert modal vers ces services. Mais en raison des faibles volumes de trains de banlieue, l'échelle de présentation des données EXO peut cacher un effet modeste. Notons que la réduction d'achalandage depuis la pandémie dans les réseaux de transport en commun n'est pas seulement liée à la demande; dans plusieurs cas, l'offre a aussi été réduite.¹⁴

¹⁴ « En 2020, l'organisme [EXO] avait réduit en moyenne de 10 % son offre de service dans les couronnes nord et sud de Montréal. Celle-ci a progressivement repris depuis le début de la pandémie, sans toutefois jamais atteindre le niveau de 2019. »
Zacharie Goudreault, Le transport en commun en banlieue de Montréal en perte de vitesse. Le Devoir, 28 février 2023. <https://www.ledevoir.com/societe/transports-urbanisme/783391/transport-collectif-le-transport-en-commun-en-banlieue-de-montreal-en-perte-de-vitesse>. Accédé le 19 février 2025

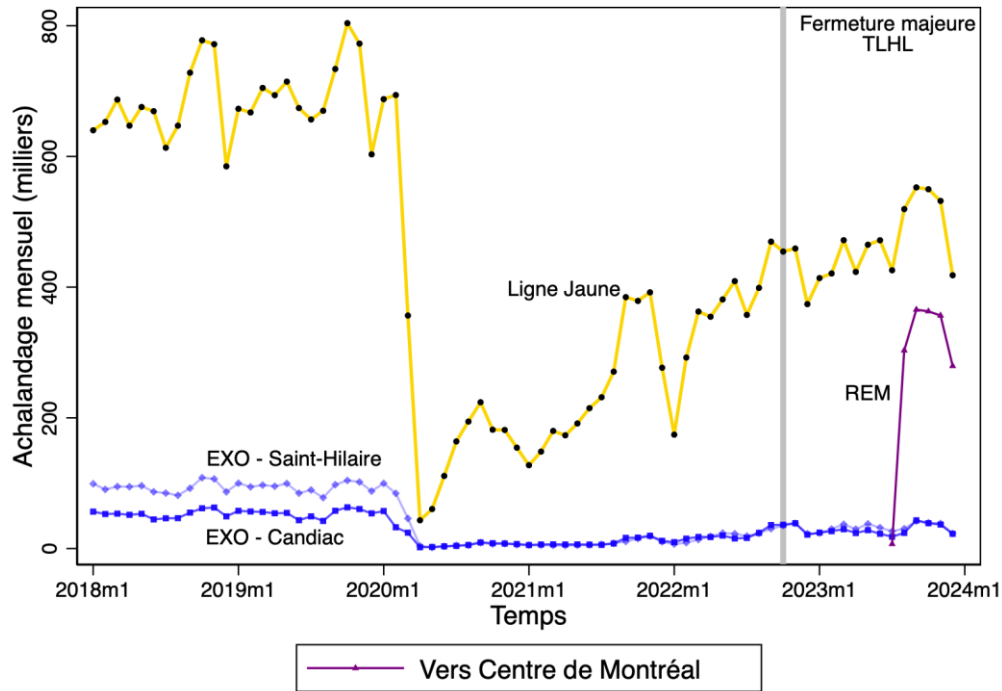


Figure 25 Achalandage mensuel des lignes de transport en commun sur rail de la région de Montréal

Dans la Figure 26 et la Figure 27, on observe les données d'achalandage pour les lignes d'autobus sur la période plus restreinte de novembre 2021 à décembre 2023. Comme pour les infrastructures sur rail, les volumes ont chuté de façon importante avec la pandémie et sont toujours, fin 2023, sous les niveaux pré-pandémiques. Ces données sont organisées par opérateurs et par pont traversées. Notons d'abord les échelles d'achalandage bien plus modestes en axe des y par rapport à la Figure 25 qui démontre l'importance de la ligne jaune du métro dans l'achalandage des transports en commun entre Montréal et la Rive-Sud. Notons ensuite le fait que les données fournies par EXO ne permettent pas d'obtenir le détail par direction (vers Montréal ou vers Rive-Sud), les deux directions étant combinées. Ensuite, les visualisations suggèrent une croissance importante des services du RTL et d'EXO dans le TLHL dans l'année précédant la fermeture des travaux, pour atteindre des sommets fin 2022 et début 2023. Ces données reflètent l'implantation de plusieurs nouvelles lignes d'autobus et la bonification de lignes existantes pour atténuer l'impact de la fermeture partielle du TLHL. La section sur l'échéancier des travaux donne plus de détails sur les ajouts de service. On peut également voir que l'achalandage sur le pont Jacques-Cartier est bien plus faible (moins de lignes de bus utilisent ce pont), mais semble afficher une légère croissance après le début des travaux ce qui concorde avec l'augmentation de la fréquence sur une ligne du pont Jacques-Cartier en guise de mesure d'atténuation. L'achalandage sur le pont Victoria n'affiche pas de tendance claire.

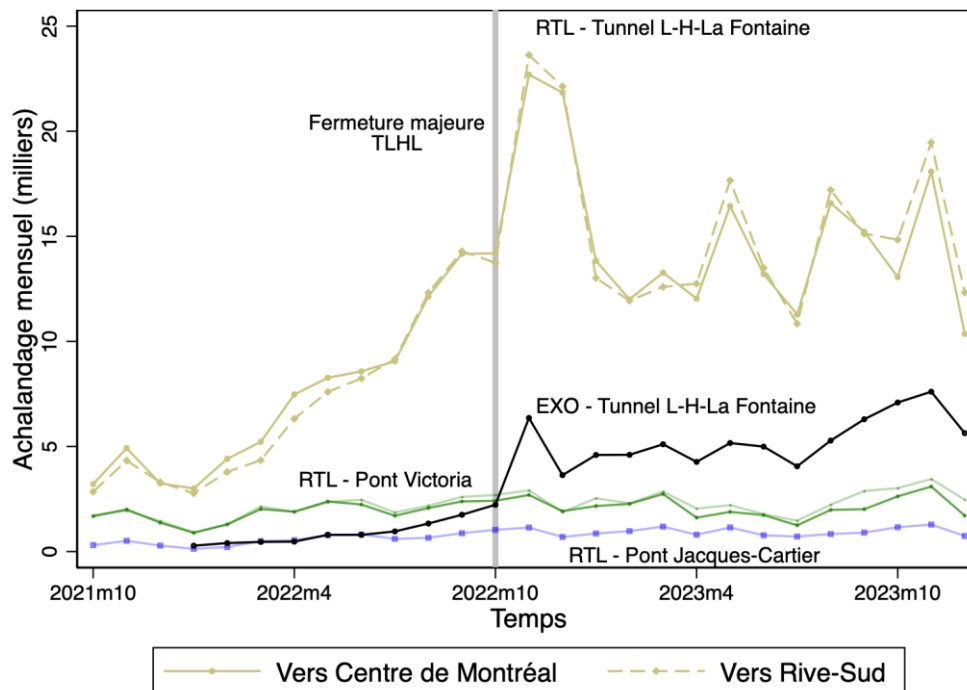


Figure 26 Achalandage mensuel des lignes d'autobus plus directement liées au TLHL par leur proximité

Sur la Figure 27, on constate l'importance des lignes d'autobus du RTL desservant le lien avec Montréal via le pont Samuel-De Champlain, avec un volume d'achalandage avoisinant les 200 000 déplacements mensuels par direction à la veille de la fermeture du TLHL. Comme pour les lignes d'EXO sur le pont Samuel-De Champlain et Honoré-Mercier, il est difficile de distinguer un effet important lié à la fermeture du TLHL par la visualisation de ces graphiques. Finalement, notons l'interruption des services d'autobus EXO et RTL dû à l'ouverture du service du REM¹⁵. Ces informations soulignent que le REM contribue à un ajout global de capacité, mais qu'il est amoindri par le retrait concomitant d'autres lignes d'autobus.

Ce sont les services ajoutés au TLHL par EXO et le RTL qui semblent éponger la plus grande part des réductions de débit automobile dans le TLHL. Pour des raisons de proximité, ce sont des résultats plausibles. La ligne de train de Saint-Hilaire serait une bonne candidate pour absorber des utilisateurs désirant traverser le fleuve, mais la forme de présentation des données ne permet pas clairement de visualiser cet effet. Les niveaux d'achalandage varient fortement de ligne en ligne ce qui contraint à l'usage d'échelles plus vastes. D'autres approches peuvent permettre d'être plus précis.

¹⁵ Une clause de non-concurrence dans le contrat du REM a forcé les autres opérateurs de la région à mettre fin à certaines lignes d'autobus. Voir : <https://www.lapresse.ca/affaires/economie/transports/201803/21/01-5158225-rem-monopole-et-clauses-de-non-concurrence-au-coeur-du-projet.php>. Accédé le 19 février 2025.

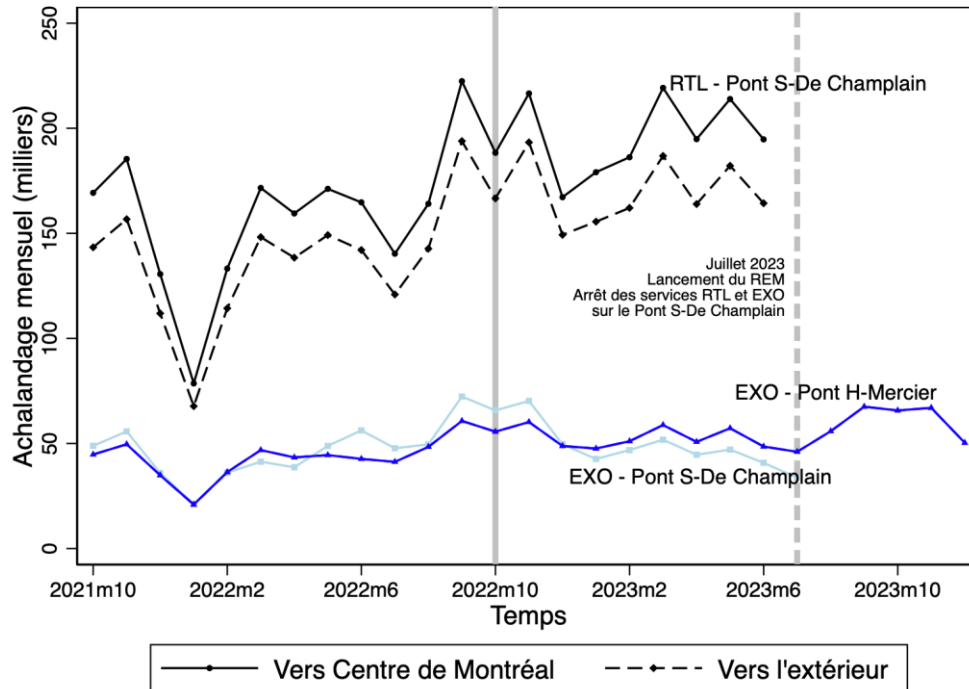


Figure 27 Achalandage mensuel des infrastructures de transport en commun sur les ponts plus à l'ouest de l'île de Montréal.

8.3 Identifier les variations de débit et d'achalandage

8.3.1 Fenêtres temporelles : taux de variations

L'objectif du projet étant d'explorer le phénomène d'induction inverse, cette prochaine section s'intéresse aux déplacements sur le réseau des débits réduits sur le TLHL. Une première approche a été de calculer des variations moyennes sur de plus grandes périodes (de 12, 9, 6, 3 et 1 mois avant et après la fermeture partielle). La Figure 28 démontre visuellement l'approche utilisée. On y voit comment au centre, les débits moyens du TLHL sur 12 mois ont réduit dans les deux directions, mais de façon plus importante en direction de la Rive-Sud. On y voit aussi que dans le cas du pont Victoria (sur des périodes de 6 mois) et pour le pont Samuel-De Champlain (sur des périodes de 9mois), on observe plutôt de légères augmentations ou une stagnation des débits. Sur ce dernier pont, le calcul basé sur une période de trois mois démontre plutôt une chute des débits. Étant donné que les trois mois précédant les entraves majeures au TLHL sont des mois de l'année avec des débits élevés ou moyens (la rentrée scolaire et la fin de vacances) et que les trois mois qui suivent le début des entraves majeures sont des mois où les débits sont généralement au plus bas de l'année (les mois de l'hiver), la variation négative observée est possiblement davantage le fruit des variations saisonnières qu'un impact du TLHL. Selon ces résultats, de plus grandes périodes de comparaison pourraient permettre de réduire les impacts saisonniers de ce type d'approche. Bien que pour la suite on présentera les données pour les cinq types de périodes, on concentrera notre interprétation aux variations sur 12 mois.

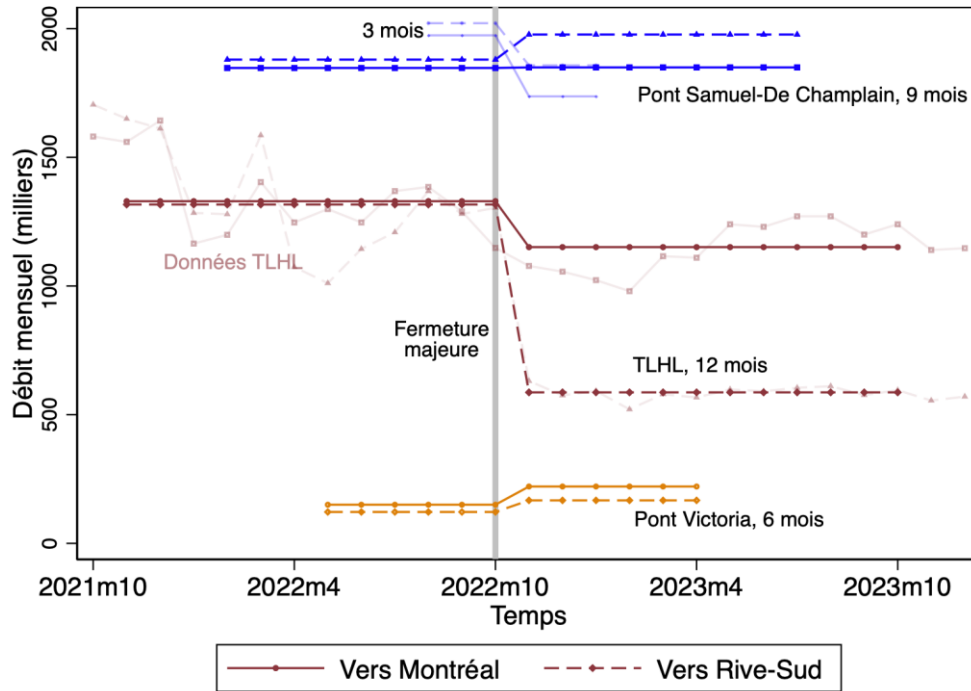


Figure 28 Exemples de démonstration des calculs de variations moyennes sur différentes périodes temporelles

À l'aide de ces données moyennes, on peut ensuite calculer des taux de variations pour chaque infrastructure, chaque direction, et pour chaque fenêtre de temps. C'est ce que l'on propose dans les prochaines figures. Le taux est donc égal à : (moyenne avant la fermeture - moyenne après la fermeture) / moyenne avant la fermeture, exprimée en pourcentage. Dans la première (Figure 29), on constate que les débits du TLHL direction Montréal ont réduits d'entre 18% et 6% selon la période utilisée. Sur une base de 12 mois avant et 12 mois après la fermeture du TLHL, la réduction est de 13,4%. Direction Rive-Sud, les variations sont d'entre 52% et 55,4%.

Direction Montréal, les autres ponts ne semblent pas avoir absorbé les réductions de débit du TLHL, et présentent généralement des réductions de l'ordre de 10%, sauf sur la période de 12 mois, où des augmentations de 2,4% à 6,8% sont observables. Seule exception, le pont Victoria a vu ses débits augmenter considérablement, d'entre 47,1% et 58,5%.

Direction Rive-Sud, là où la chute a été plus importante dans les débits du TLHL, les augmentations de débits sont plus distribuées sur les divers ponts avec le pont Victoria (augmentation de 26,1% à 39,8%) toujours en tête. Sur 12 mois, les ponts Jacques-Cartier, Samuel-De Champlain et Honoré-Mercier ont respectivement vu leurs débits moyens augmenter de 16,2% 12,6% et 8,7%. Sur de plus courtes périodes, les débits ont souvent vécu de faibles réductions. Celles-ci sont probablement largement dues à des variations saisonnières. Mais des augmentations, même de cette magnitude, sur un pont comme le pont Victoria, ne représentent qu'une faible part de la réduction de débits sur le TLHL. On observera les variations des valeurs absolues plus bas.

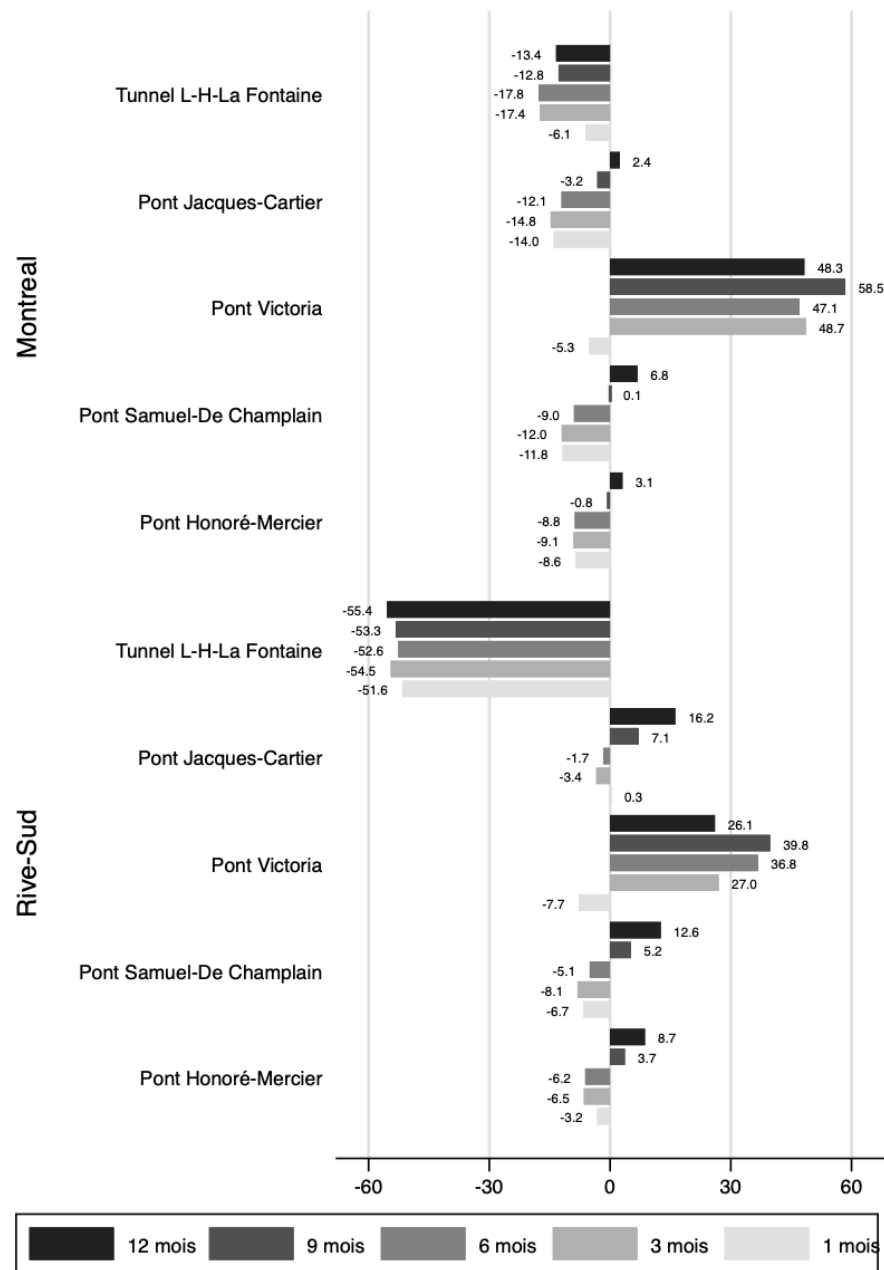


Figure 29 Taux de variation (%) pré/post des débits moyens mensuels de véhicules par direction pour le TLHL et les autres ponts traversant le fleuve

Dans la figure suivante (Figure 30), on peut constater que les réseaux potentiellement impactés ont aussi généralement subi des chutes de débits. C'est particulièrement le cas pour les routes d'accès au TLHL, des deux côtés des rives (A20 Rive-Sud - direction Montréal; A20 Rive-Sud – direction Rive-Sud; et A25 Montréal – direction Rive-Sud). Les taux de baisse sur 12 mois vont de -9,7% à -26,5%. Également sur 12 mois, les routes qui ne sont pas directement liées au TLHL, mais plutôt à d'autres ponts ont parfois subi de

légères augmentations et celles-ci ne sont fort probablement pas liées aux variations saisonnières. Il s'agirait donc plus plausiblement d'effets de débordement sur le réseau routier.

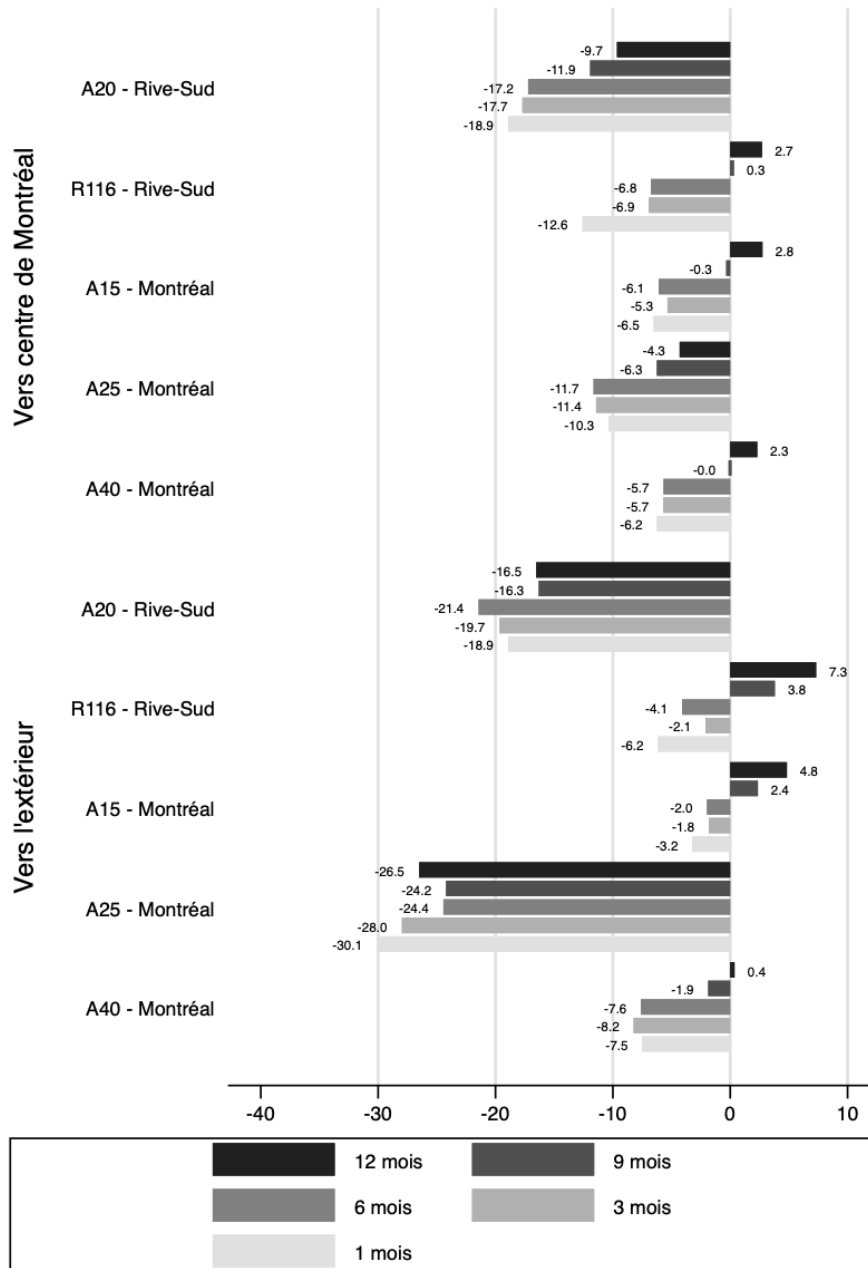


Figure 30 Taux de variation (%) pré/post des débits moyens mensuels de véhicules par direction pour les voies d'accès potentiellement impactées

Est-ce que ces variations à la baisse se répercutent sur l'ensemble du réseau? On peut constater dans la Figure 31 que les deux routes de contrôle choisies ont aussi des variations à la baisse sur toutes les périodes et dans les deux directions, sauf de légères hausses sur les périodes de 12 mois avant/après. Ces données suggèrent des tendances temporelles à la hausse sur le réseau

entier qui pourraient augmenter l'effet direct de la fermeture du TLHL. La situation de référence n'est pas nécessairement un statu quo, mais bien une légère progression qui était d'ailleurs prévue dans le modèle MOTREM du MTMD comme on l'a vu plus haut.

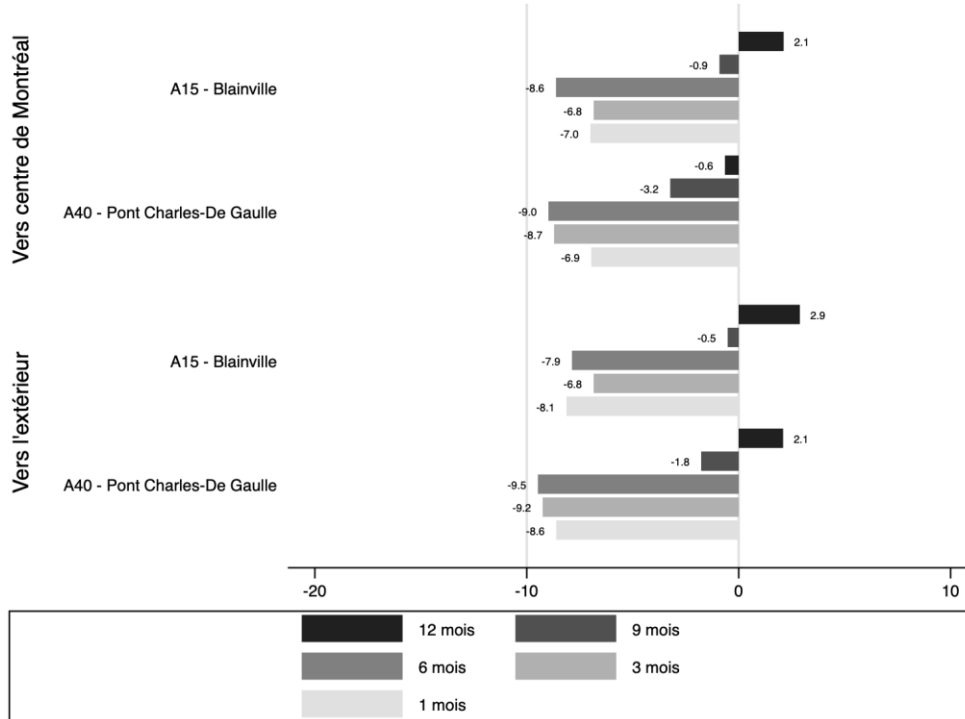


Figure 31 Taux de variation (%) pré/post des débits moyens mensuels de véhicules par direction pour les routes de contrôle régionales

Pour ce qui est du camionnage, les entrées à Montréal par le pont Jacques-Cartier ont augmenté de l'ordre de 18,5% sur 12 mois, alors que dans le sens contraire, ils ont réduit de 9,3% (Figure 32). Avec des fenêtres de 6 mois, ces réductions sont de l'ordre de 47,6%. Ces comptages de camions, bien plus nombreux sur le pont Samuel-De Champlain, comme on a pu le voir plus tôt, ont eu l'effet inverse : une légère réduction des déplacements en direction de Montréal et une augmentation considérable (12,9%) en direction de la Rive-Sud. Ces données portent à croire qu'une partie du camionnage du TLHL entre maintenant par le pont Jacques-Cartier, mais sort plus souvent de l'île par le pont Samuel-De Champlain. Les différences importantes de débits entre ces deux infrastructures soulèvent par contre aussi la limite de l'usage des taux de variations dans l'analyse de l'induction inverse. Un ajout de circulation sur une infrastructure à plus grande capacité aura un effet d'accroissement moindre que sur une infrastructure à plus petite capacité.

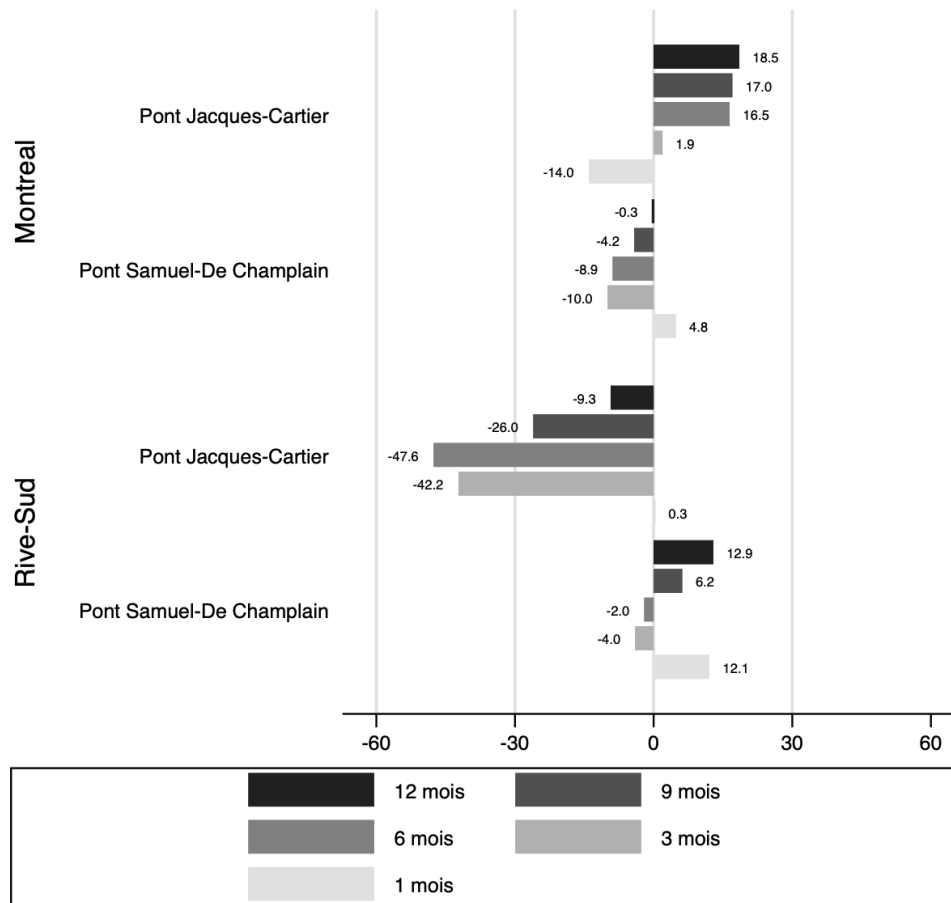


Figure 32 Taux de variation (%) pré/post des débits moyens mensuels de camions par direction pour les ponts Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain

Selon la théorie de l'induction inverse, une partie des déplacements réduits pourraient aussi être redistribués sur le réseau de transport en commun. Les prochaines figures tentent d'évaluer cet effet. On peut constater dans la Figure 33 que les débits mensuels sur 12 mois des autobus du RTL empruntant le TLHL ont en fait doublé entre les deux périodes (91,7% vers Montréal et 105,4% vers la Rive-Sud). Règle générale, plus on s'éloigne du TLHL, moins les augmentations sont grandes, mais atteignent tout de même 23,4% sur le pont Samuel-De Champlain direction Montréal. Cet apport décroissant de déplacements sur les autobus du RTL sur les autres ponts suggère que les utilisateurs du TLHL ayant fait le virage vers le transport en commun ont tendance à utiliser des autobus se dirigeant vers l'est de Montréal et non vers le centre-ville ou l'ouest. Toutefois, notons qu'avec la mise en service du REM, moins d'autobus traversent les ponts étant donné les clauses de non-concurrence mises en place dans le cadre du projet du REM ¹⁶.

¹⁶ <https://www.lapresse.ca/affaires/economie/transports/201803/21/01-5158225-rem-monopole-et-clauses-de-non-concurrence-au-coeur-du-projet.php> . Accédé le 19 février 2025.

Ces informations reflètent aussi l'implantation de mesures d'atténuation, soit l'ajout notamment de navettes gratuites par EXO¹⁷ et le RTL¹⁸ sur le réseau dont certaines passent notamment par le TLHL. Les bonifications, dont des places de stationnement incitatif additionnelles et des prolongements de voies réservées, ont été mises en place de manière progressive, et ce dès décembre 2021¹⁹. Ces démarches sont reflétées dans les données qui nous ont été transmises pour le projet.

Le lecteur notera que les données du RTL – pont Jacques-Cartier en direction Rive-Sud sont manquantes. Notons également que sur une période de 12 mois, on peut rapporter une réduction d'achalandage sur les autobus passant sur le pont Samuel-De Champlain. Ceci est certainement en partie dû à l'arrivée du REM en juillet 2023, qui est accompagné d'un retrait des lignes d'autobus circulant auparavant sur le pont Samuel-De Champlain. Cela peut aussi suggérer que les utilisateurs de ces services les utilisaient par manque d'alternative vers l'est de Montréal ou ont préféré les services gratuits une fois en place.

¹⁷ <https://www.artm.quebec/se-deplacer-en-transport-collectif-pendant-les-travaux-du-tunnel-la-meilleure-solution/>

¹⁸ <https://www.rtl-longueuil.qc.ca/fr-CA/services/navettes-gratuites/>

¹⁹ <https://www.lareleve.qc.ca/2021/12/12/refection-majeure-du-tunnel-louis-hippolyte-la-fontaine-des-mesures-dattenuation-sont-deployees/>
<https://www.quebec.ca/transports/infrastructures-projets/projets/projets-routiers/montreal/tunnel-louis-hippolyte-la-fontaine/services-faciliter-deplacements>

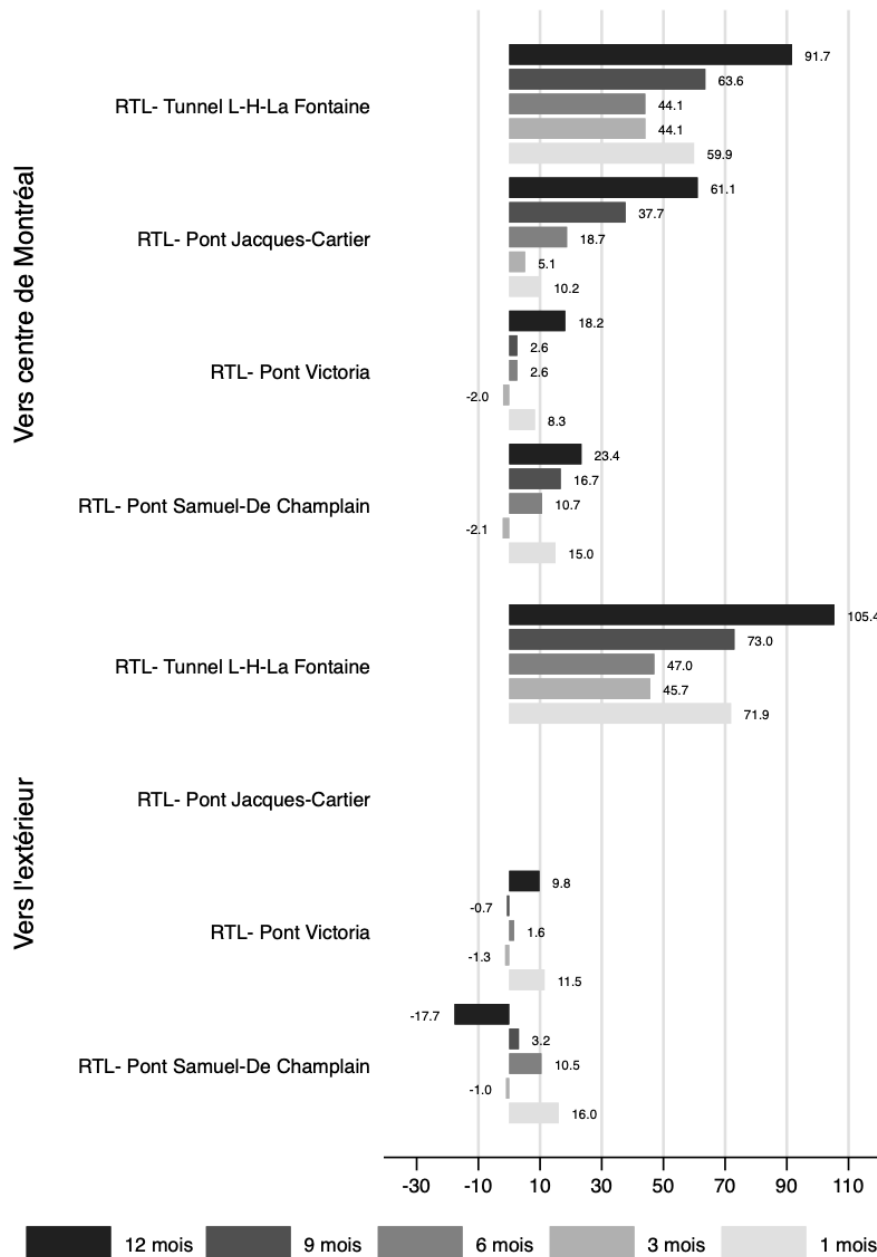


Figure 33 Taux de variation (%) pré/post de l'achalandage moyen mensuel du transport en commun (RTL) par direction

L'agence EXO a déployé un service additionnel dans le TLHL en prévision des travaux. Parce que les services ont été déployés à la mi-décembre 2021 et que les données sur ces lignes additionnelles sont seulement disponibles en direction Montréal et depuis janvier 2022, les taux d'augmentation sont bien plus élevés qu'ailleurs. Sur la Figure 34, on peut voir que le service a eu une croissance fulgurante entre 2022 et 2023 avec des taux de croissance de 439% sur des fenêtres de 12 mois, et de 185% dans le mois suivant le début des travaux. Parce que la période de 12 mois débute tout juste après le lancement,

on peut comprendre que les débuts du service ont été modestes, mais ont crû rapidement par après, particulièrement une fois les travaux de réfection lancés.

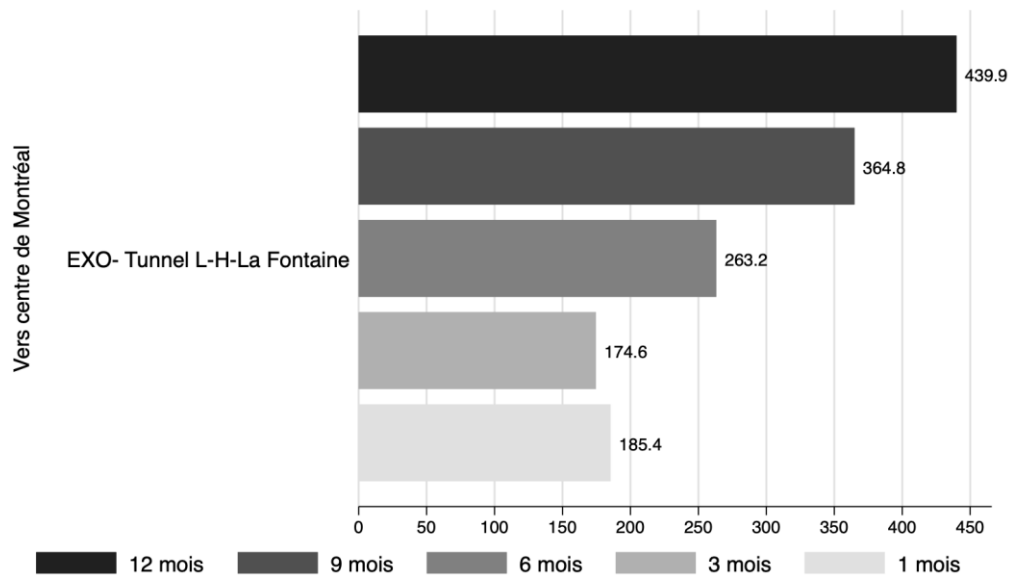


Figure 34 Taux de variation (%) pré/post de l'achalandage du transport en commun d'appoint ajouté par EXO sur le TLHL en direction de Montréal

Pour les autres données d'achalandage transmises par EXO (seulement en direction de Montréal), on peut constater de façon claire, que la ligne de train de banlieue en direction de Saint-Hilaire, dans l'est de la Rive-Sud, est celle pour laquelle on observe la plus grande croissance d'achalandage (Figure 35). Parce que le train de Candiac, à l'opposé de la Rive-Sud, et l'achalandage des autobus sur le pont Honoré-Mercier ont cru de façon importante aussi, il est difficile de directement attribuer les effets de croissance aux travaux du TLHL. Le métro, lui, a également affiché une croissance de 28,3% sur nos fenêtres de 12 mois. Parce que la période de relance du transport en commun suite à la Covid-19 est encore en cours fin 2023, comme on a pu le constater dans la présentation des données brutes, les effets de croissance sont plausiblement affectables aussi à cette relance tardive.

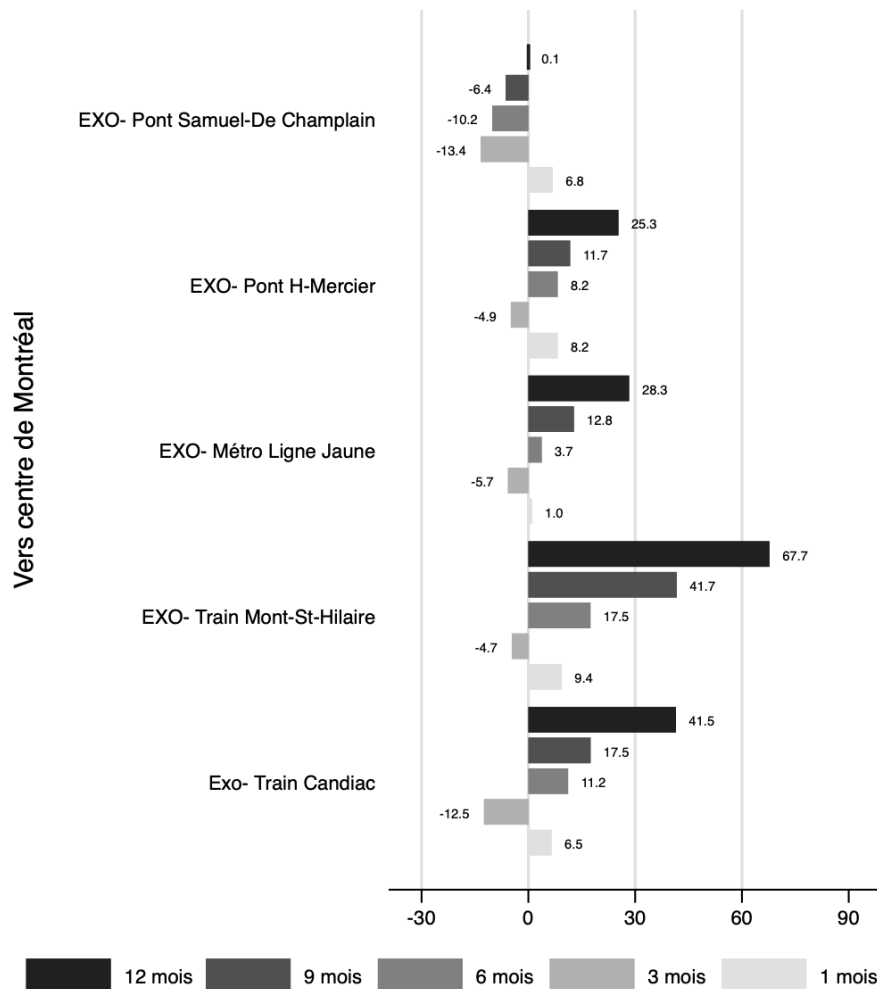


Figure 35 Taux de variation (%) pré/post de l'achalandage du transport en commun (EXO, autobus, métro et rail) en direction de Montréal

8.3.2 Fenêtres temporelles : changements bruts

Parce que ces variations ont lieu sur des routes et ponts possédant différents niveaux de débits initiaux, les taux de variations ne peuvent entièrement informer la réduction réelle et la redistribution des déplacements retirés au TLHL. Pour compléter cette approche, il est nécessaire d'évaluer les variations de volumes réels. Dans le Tableau 12, on peut voir que la différence de moyenne sur des fenêtres de 12 mois révèle une réduction de 178 400 déplacements sur le TLHL en direction de Montréal et de 730 000 en direction de la Rive-Sud. Ces valeurs sont dans le même ordre de grandeur pour la période de 6 mois, mais présentent une variation plus grande en direction de Montréal, et de moindre taille en direction de la Rive-Sud. Dans une situation idéale, on pourrait calculer les déplacements supplémentaires sur les autres ponts et infrastructures de transport en commun et obtenir les parts de transfert de parcours, de transfert modal, et de déplacements évités (si la somme des alternatives est plus faible que celle des réductions). Dans notre cas, la somme des alternatives est de 444 000 (direction Montréal) et de 661 000 (direction Rive-Sud) sur 12 mois.

Étant donné qu'il est improbable que la fermeture ait généré des déplacements supplémentaires, on peut plutôt estimer que cette croissance des déplacements est associée aux tendances structurelles ou saisonnières et d'évolution temporelle des déplacements. Les données ne permettent donc pas de distinguer clairement ces tendances structurelles des effets de la fermeture du TLHL. C'est particulièrement important pour évaluer si des déplacements auraient été évités. Sur la période de six mois, les variations observées dans les infrastructures alternatives au TLHL font état de façon éloquente de ces limites de l'analyse par fenêtres temporelles. Les six mois précédant la fermeture comprennent certains des mois aux débits et achalandages les plus élevés. Les six mois suivant la fermeture comprennent eux certains des mois aux achalandages les plus faibles. Par exemple, les réductions importantes de débit sur le pont Jacques-Cartier et Samuel-De Champlain sont incohérentes avec l'idée que des déplacements puissent être déplacés du TLHL vers d'autres ponts. On capture donc plutôt les effets structurels et saisonniers des données que les effets de fermeture.

Tableau 12 Variations réelles de débits et d'achalandage sur le TLHL et sur les infrastructures alternatives selon les fenêtres de 12 et de 6 mois

	Différence 12 mois (milliers)		Différence 6 mois (milliers)	
	Direction Montréal	Direction Rive-Sud	Direction Montréal	Direction Rive-Sud
Tunnel L-H-La Fontaine	-178.42	-730.06	-229.17	-641.90
Traversées alternatives				
Pont Jacques-Cartier	27.52	187.54	-150.57	-22.64
Pont Victoria	79.92	37.40	70.73	44.95
Pont Samuel-De Champlain	121.01	225.92	-174.00	-100.90
Pont Honoré-Mercier	32.42	88.17	-98.83	-68.50
RTL- Tunnel L-H-La Fontaine	7.23	7.92	4.88	5.12
RTL- Pont Jacques-Cartier	0.35	.	0.15	.
RTL- Pont Victoria	0.36	0.19	0.06	0.03
RTL- Pont Samuel-De Champlain	37.32	-24.43	18.70	15.94
EXO- Tunnel L-H-La Fontaine	4.17	4.17	3.45	3.45
EXO- Pont Samuel-De Champlain	0.04	0.04	-5.77	-5.77
EXO- Pont H-Mercier	11.08	11.08	4.02	4.02
EXO- Métro Ligne Jaune	102.00	102.00	15.39	15.39
EXO- Train Mont-St-Hilaire	13.13	13.13	4.50	4.50
Exo- Train Candiac	8.29	8.29	2.75	2.75
EXO- REM
Total des variations de traverses alternatives	444.83	661.40	-304.54	-101.66

À titre indicatif, la Figure 36 présente les tendances normalisées selon le type d'infrastructure. La moyenne de la période est ramenée à 0 et l'écart à cette moyenne est calculé en termes d'écart-type (score z). On peut voir que pour la période, et sans tenir compte de tous les chocs mentionnés (Covid-19, ouverture du pont Samuel-De Champlain et du REM), l'achalandage sur le TLHL a chuté en moyenne d'environ 2 écarts-types durant la période, et que le transport en commun lui a chuté d'environ 1,5 écart-type. Les stations de contrôle et les voies d'accès sont demeurées à peu près stables, et l'usage des autres ponts a cru de façon modeste durant la période. Bien que ces tendances ne tiennent pas compte des événements ayant eu lieu durant la période à l'étude, ils démontrent l'importance de tenir compte du contexte. Les points d'observations présentés à partir de novembre 2021 démontrent que les lignes de tendances ne représentent toutefois pas très bien la réalité terrain, notamment en ce qui concerne la variabilité des observations. L'achalandage du TLHL semble avoir chuté plus bas, et certaines infrastructures de transport en commun semblent avoir des augmentations bien plus grandes.

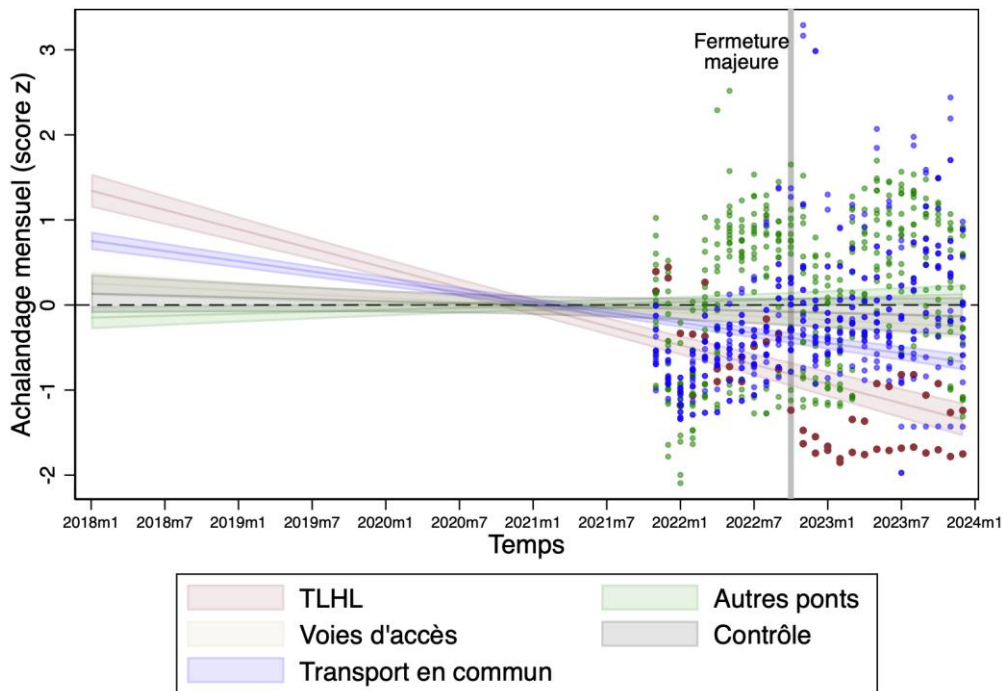


Figure 36 Tendances normalisées (score z) sur 5 ans pour les 5 types d'infrastructures à l'étude

Pour mieux exprimer l'étendue des bouleversements créée par la pandémie et les travaux de réfection du TLHL, la Figure 37 présente ces lignes de tendances en trois périodes : avant la pandémie, entre la pandémie et la fermeture du TLHL et depuis la fermeture. Pour tout type d'infrastructure à l'étude, la période pré-pandémique est dominée par une certaine stabilité des volumes, au-dessus de la moyenne des 5 ans à l'étude, les stations de contrôle enregistrent de légères hausses et les autres ponts enregistrent une tendance de réduction des débits. Entre la pandémie et le début des entraves majeures, les débits du TLHL réduisent de façons importantes, les voies d'accès, stations de contrôle et autres

ponts retournent approximativement à leurs valeurs initiales et le transport en commun entame une remontée plus lente que les autres infrastructures et ne retrouve pas son niveau pré-pandémique durant la période. La période post-entraves majeures qui débute au début d'un creux saisonnier présente une chute initiale et une remontée pour toutes les infrastructures sauf le transport en commun qui affiche une légère remontée par rapport à la fin de la ligne de la période précédant les entraves majeures et tend plutôt à se stabiliser. La pente des stations de contrôle est la plus forte, et les autres ponts et voies d'accès affichent des pentes de reprise plus importantes que celle du TLHL. Cette dernière figure démontre l'importance d'effets structurels et temporels au-delà des variations saisonnières.

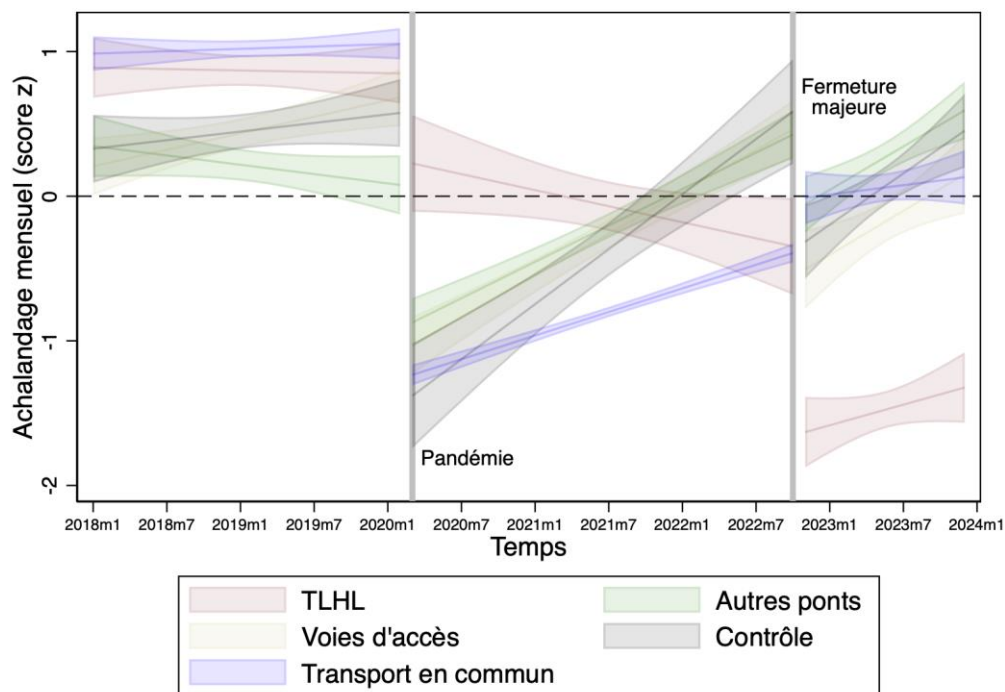


Figure 37 Tendances normalisées (score z) sur trois périodes distinctes pour les 5 types d'infrastructures à l'étude

8.4 Comparaison mois sur mois des traversées par modes

Une série de changements concomitants dans les conditions de déplacements rendent l'interprétation directe des données et des taux de variation sur 12 mois ou moins difficile à interpréter. Jusqu'à présent, nous avons identifié les changements et éléments contextuels suivants :

- les variations haussières modestes des autoroutes de contrôle et probablement des débits généraux dans la région,
- la mise en service du pont Samuel-De Champlain et l'absence de données pour la période précédant son ouverture,
- la lente reprise du transport en commun après la pandémie de Covid-19,
- l'ajout de service de transport en commun comme mesure d'atténuation aux fermetures majeures,

- la mise en service du REM et les clauses de non-concurrence mettant fin aux services d'autres opérateurs,
- et finalement, les variations saisonnières dans les débits automobiles et l'achalandage du transport en commun.

Dans une approche expérimentale, on tente idéalement de retirer toute variation externe de manière à plus clairement établir l'effet de l'élément à l'étude; dans ce cas-ci la réduction de capacité sur le TLHL. Les recherches en aménagement n'ont que rarement ce luxe parce qu'elles ne peuvent analyser les problèmes dans l'environnement contrôlé d'un laboratoire. L'ensemble de ces facteurs externes limitent notre capacité à identifier clairement les transferts de ponts et de mode de transport liés à la fermeture partielle et ceux qui sont plutôt tendanciels.

Une prochaine approche pour calculer les impacts des travaux du TLHL est de comparer mois sur mois les variations avant et après la fermeture partielle du TLHL. Cette approche nous permet aussi de faire ces comparaisons en tenant compte des volumes totaux de transport en commun et de véhicules.

Une partie de l'induction inverse peut être déplacée vers les infrastructures de transport en commun. Pour évaluer ce transfert, on a compilé toutes les traversées des ponts par véhicules et tous les passages en transport en commun pour chaque mois dans les 12 mois précédents et les 12 mois suivants la fermeture partielle du TLHL. Parce que les automobilistes ne sont parfois pas seuls dans leur voiture, on a pondéré les traversées en véhicule par le taux d'occupation des véhicules rapporté dans les documents d'analyse de l'EOD 2018, 1,2 personne par véhicule (<https://www.artm.quebec/faits-saillants-eod-2018/>). De cette façon, on peut avoir une estimation plus réaliste et comparable des personnes ayant traversé les rives du fleuve, en auto ou en transport en commun. Avec ces données, on peut également calculer la part de déplacements en transport en commun dans les déplacements interrives (Figure 38). Dans cette figure, on constate que la part du transport en commun dans les débits totaux entre les rives du fleuve est mince. Si avant la pandémie elle oscillait entre 20 et 25%, elle a atteint presque 0% en mars 2020, et a entamé une remontée bien plus lente que celle des déplacements automobiles. En effet, on constate que durant l'été 2021, les volumes de circulation automobile (en ce qui concerne le nombre de conducteurs et de passagers) interrives étaient largement revenus à la normale. La remontée du transport en commun s'est poursuivie jusqu'à la fin 2023 et n'a toujours pas atteint les niveaux de 2019. La part des déplacements interrives en transport en commun se situe environ entre 10 et 15% depuis le début des travaux, et ne semble pas marquée fortement par le début des travaux. La mise en service du REM, parce qu'elle est associée à la rétraction d'autre service, ne semble également pas avoir un impact trop important sur la part de déplacements fait en transport en commun.

En présentant le total des déplacements faits en voiture et en transport en commun, la Figure 38 nous permet également d'explorer la réduction potentielle des déplacements (l'évitement de se déplacer) dus à la fermeture majeure du TLHL. Comme on peut le constater, rien dans la séquence temporelle totale ne suggère que les travaux ont mené à une réduction des traversées totales. Au mieux, on note une relative stabilisation des pointes d'été et une réduction des écarts entre les pointes d'été et les creux d'hiver. Les déplacements soutirés au

TLHL semblent être largement redistribués sur d'autres ponts ou en transport en commun.

On a repris la même démarche en se limitant aux déplacements en transport en commun et en véhicules passant par le TLHL, pour plus spécifiquement identifier comment les parts de déplacements ont été affectées sur l'infrastructure même. Sur les deux figures suivantes (Figure 39 et Figure 40), quelques constats peuvent être faits. Premièrement, peu importe la direction des déplacements, les taux mensuels de traversées en transport en commun sont bien plus faibles : entre 1% et 3%. Deuxièmement, la chute la plus importante des déplacements en véhicules en direction Rive-Sud est accompagnée d'une augmentation plus importante des déplacements en transport en commun que ce que l'on peut constater en direction de Montréal. Troisièmement, dans les deux cas, l'implantation des mesures d'atténuation s'est faite dans l'année qui a précédé le début des travaux, en concomitance avec les travaux préparatifs à la fermeture partielle. Dès janvier 2022, la part de déplacements en transport en commun sur le TLHL s'est mise à augmenter rapidement dans les deux directions. C'est l'équivalent de ce que l'on peut appeler un effet d'anticipation et concorde avec la mise en service des mesures d'atténuation des impacts. Non seulement un nouveau service est disponible et des travaux préparatifs à la fermeture majeure causent certaines entraves aux flux de véhicules, mais en plus, des utilisateurs décident de se mettre à utiliser les services de transport en commun. Pour une partie de ces nouveaux usagers tout du moins, on peut s'attendre à ce qu'ils aient délaissé leurs voitures pour traverser le fleuve.

Finalement, dans la dernière Figure 41 de cette section, on compare l'ensemble des déplacements interrives en direction Rive-Sud de véhicules pour en extraire la part des déplacements ayant utilisé le TLHL. On peut y constater de façon claire que la mise en service du pont Samuel-De Champlain provoque une chute des déplacements sur le TLHL. C'est toutefois partiellement un artifice lié au fait que les données de l'ancien pont Champlain sont manquantes avant janvier 2020. Les données de la période de 2020 à 2022 représentent probablement mieux la part typique des traversées de véhicules sur le TLHL, soit environ 25% à 30% des traversées du fleuve. Depuis le début des travaux du TLHL, la part des traversées du fleuve en véhicules dans le TLHL est restée à peu près stable à près de 10%, ce qui représente une chute assez importante. En parallèle à ce qu'on a vu dans la Figure 38 pour l'ensemble des déplacements, le total des déplacements interrives en véhicules semble avoir légèrement baissé en Figure 41, et une partie de ces déplacements ont été repris par le transport en commun.

Selon le point de référence qu'on choisit, la réduction des déplacements automobile et le transfert modal vers le transport en commun peuvent présenter des variations importantes. C'est pourquoi on se limite ici à décrire ce que l'on peut observer à l'œil.

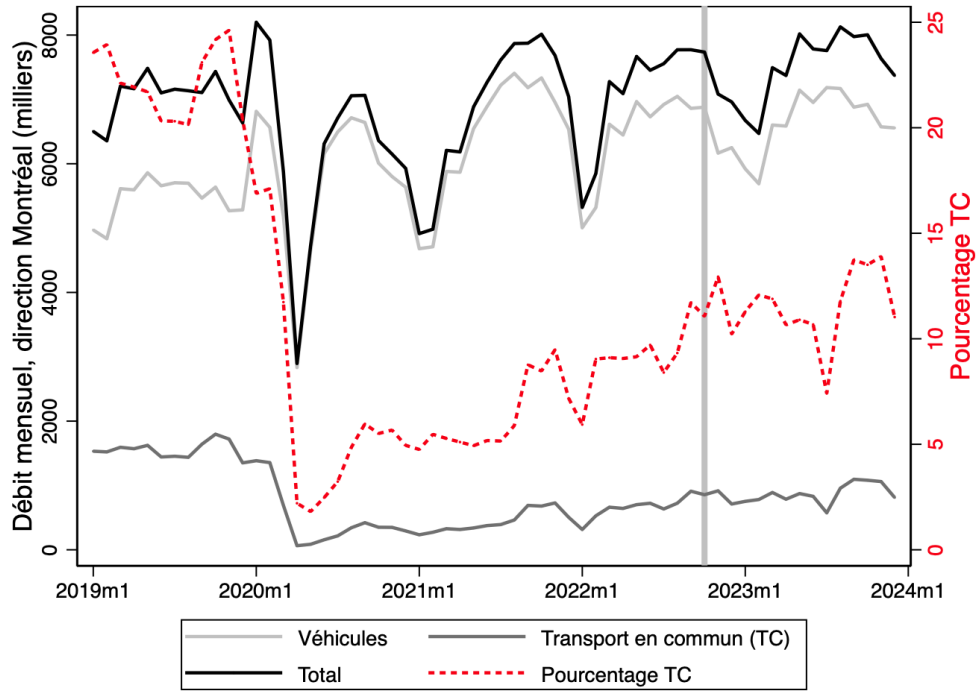


Figure 38 Comptage des traversées interrives en voiture et en transport en commun, et pourcentage du transport en commun

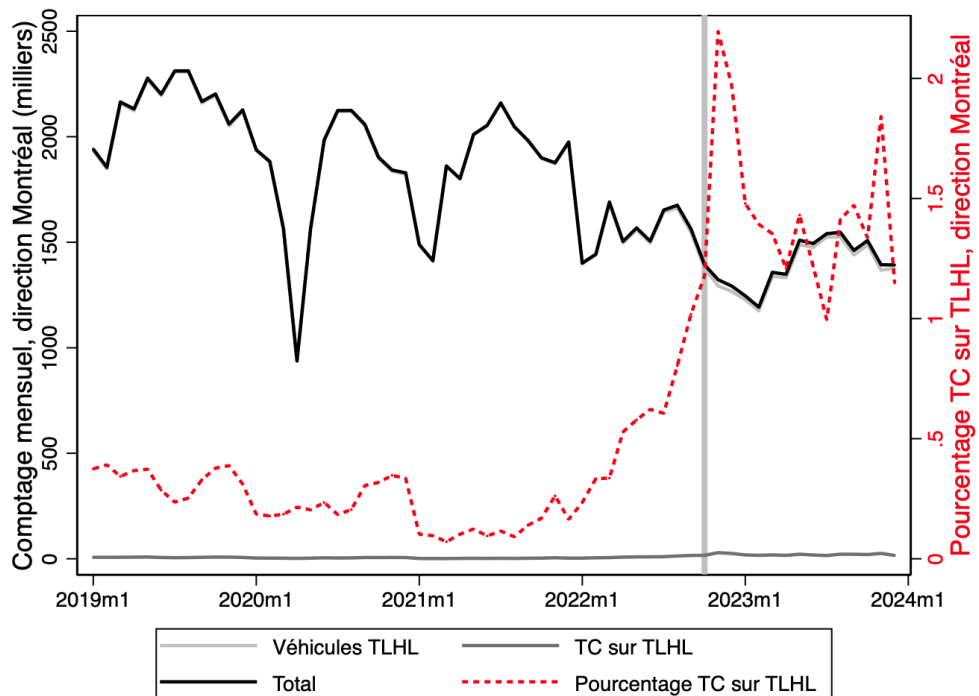


Figure 39 Comptage des traversées sur le TLHL en voiture et en transport en commun, et pourcentage du transport en commun, direction Montréal

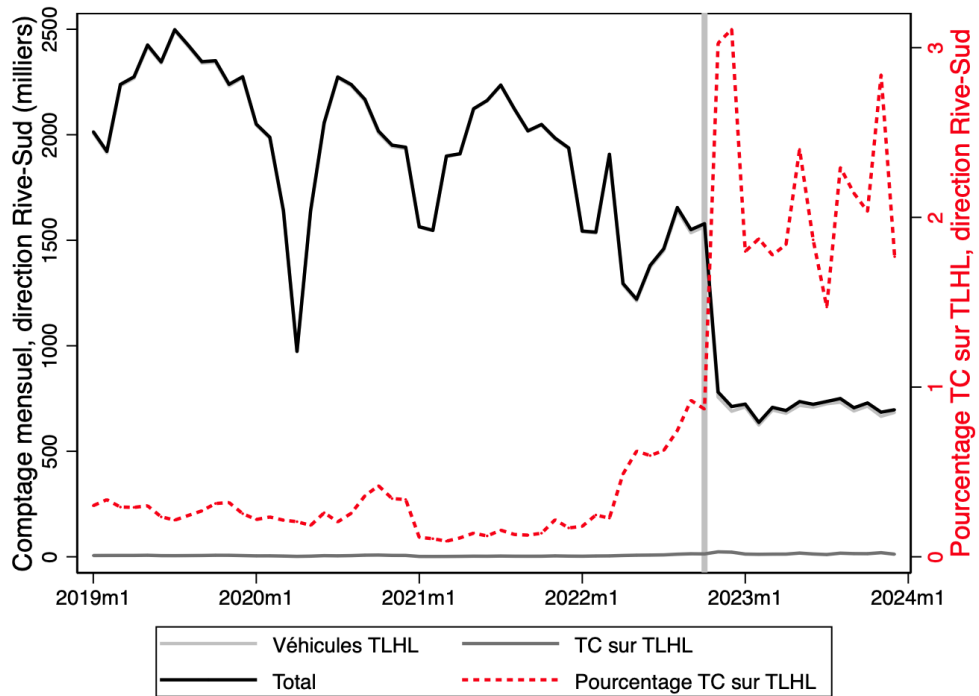


Figure 40 Comptage des traversées sur le TLHL en voiture et en transport en commun, et pourcentage du transport en commun, direction Rive-Sud

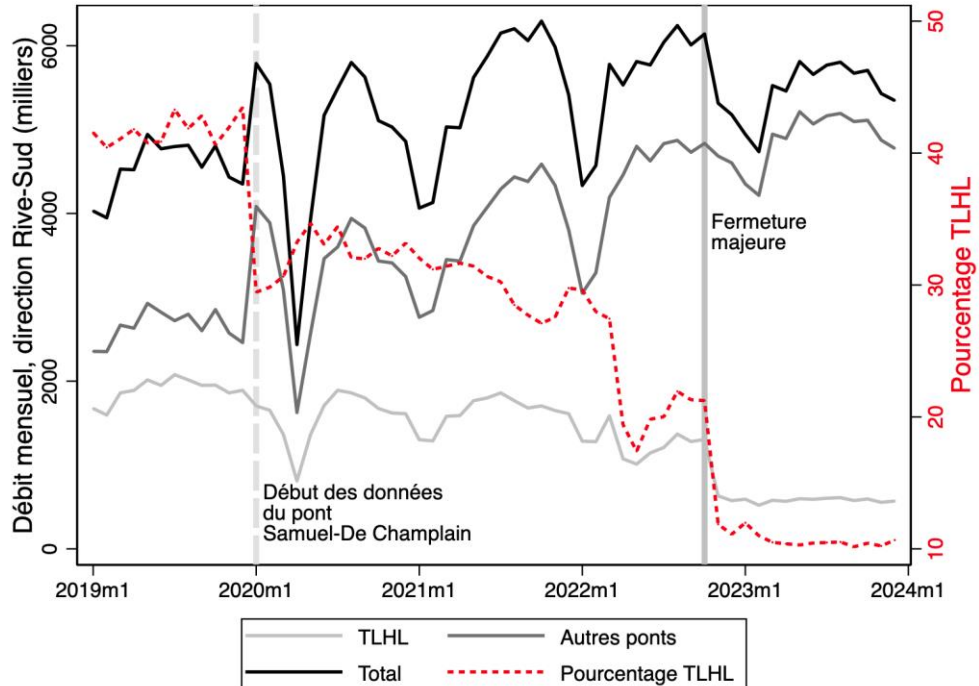


Figure 41 Part des déplacements de véhicules par le TLHL sur l'ensemble des traversées du fleuve par des véhicules

8.5 Limites des données existantes

Les données à l'étude nous ont permis de définir 1) les populations d'utilisateur, 2) le portrait des déplacements traversant le fleuve, 3) les motifs de déplacements, 4) l'évolution des débits et de l'achalandage sur les voies de traversées du fleuve, 5) les variations de circulation sur les ponts, voies d'accès, voies de contrôles et 6) les variations d'achalandage du transport en commun interrives. On a pu également explorer de façon moins concluante que 1) le transfert des déplacements d'une infrastructure à l'autre, et 2) les déplacements potentiellement évités. Deux derniers effets du phénomène de l'induction inverse restent sans réponses : les variations des temps de départs, les évitements de traversées et les raisons d'éviter ces traversées. On pourrait également s'intéresser à la manière par laquelle ces transformations du réseau peuvent avoir un impact sur les utilisateurs, par exemple sur le plan des variations de temps de déplacements. C'est dans ce contexte que le présent projet comprend la conception, le déploiement et l'analyse d'une enquête spécifique aux déplacements interrives à l'étude. Cette enquête sera l'objet de la prochaine section.

Les limites des données sont liées à ce qu'ils ne peuvent pas permettre d'observer. Mais les données ont également des limites par rapport à ce qu'ils peuvent permettre d'observer.

Pour l'EOD, notons principalement le fait que seule une part des conducteurs traversant les rives du Saint-Laurent déclare l'usage d'un pont. C'en est à dire que ces observations manquantes pourraient potentiellement faire varier les proportions de groupes d'utilisateurs en fonction de leur statut par exemple, ou de leurs heures de départs. Le fait que le pont traversé ne soit également pas demandé aux passagers d'un véhicule peut aussi faire en sorte de légèrement biaiser les résultats. Mais étant donné le faible taux d'occupation des automobiles sur le territoire de l'EOD, la question des passagers est moins pertinente.

Pour les données de débits et d'achalandage, notons que des jeux entiers n'ont pas pu être obtenus (par ex. : RTL – Jacques Cartier en direction sud) pour diverses raisons. Dans d'autres cas, des données manquent pour certaines périodes (par ex. : bris d'équipement sur des compteurs de véhicules ou de vélos). L'ensemble des données sur l'ancien pont Champlain n'était pas disponible, ce qui rend impossible le calcul d'un flux total de véhicules et de camions représentatif pour 2018 et 2019 pour les déplacements interrives. Sur les ponts Jacques Cartier et Samuel-De Champlain, les données de camionnage lourd sont séparées de ceux de la circulation de véhicules, mais ces données sont combinées sur le TLHL et Honoré-Mercier. Cela introduit une certaine erreur de calcul, particulièrement lorsque l'on tente de comparer des passages interrives de personnes, peu importe le mode de transport. Finalement, notons que les données compilées par EXO le sont de façon combinée, c'est-à-dire que l'on n'a pas d'information sur des variations d'achalandage selon la direction des déplacements. Nous avons pu partiellement nous adapter à cette limite en divisant les données par deux et en les redistribuant sur chaque direction. De cette façon, on peut tout de même maintenir les analyses directionnelles pour

les données de transport en commun fournies par le RTL qui, elles, sont directionnelles.

8.6 Conclusion sur les données existantes

Les données existantes permettent de tirer certaines conclusions sur la situation des traversées de pont avant le début des travaux de réfection du TLHL et depuis sa fermeture partielle. Elles permettent aussi de mieux cibler la conception de l'enquête ad hoc qui fera l'objet des prochaines sections. Les deux types de données utilisés permettent chacun de tirer quelques constats d'intérêt.

8.6.1 L'EOD 2018

L'EOD de 2018 nous permet de dresser un portrait des déplacements et des individus menant ces déplacements. Étant donné la majorité écrasante des déplacements utilisant le TLHL lié au travail dans l'enquête OD de 2018, il semble pertinent de s'intéresser particulièrement à ce type de déplacement dans le cadre d'une enquête ad hoc. D'ailleurs, ceux-ci sont aussi largement majoritaires dans les déplacements ayant lieu lors des heures de pointe, une période particulièrement propice à l'induction inverse, car la congestion y est généralement à son pire. En fonction de ces résultats, l'enquête ad hoc s'intéressera uniquement aux travailleurs. On s'informerait sur leurs déplacements liés au travail, mais aussi à un autre déplacement fréquent pour un autre motif.

Comme on a pu le constater, les étudiants et déplacements vers les écoles, collèges et universités représentent une part fort négligeable des traversées de ponts, tant dans le TLHL que sur les autres ponts entre Montréal et la Rive-Sud. Les données laissent à penser que ces déplacements vers les écoles entre Montréal et la Rive-Sud se font surtout en transport en commun (principalement par la ligne jaune), et non sur les ponts.

De même pour les déplacements de retraités. Cependant si les retraités traversant les ponts sont plus nombreux que les étudiants (8,65% vs 3,8% sur le TLHL et 8,41% vs 5,19% sur les autres ponts), leurs déplacements ont généralement lieu hors des heures de pointe, à un moment où les problèmes de capacité sont moindres. De leur côté, si les étudiants sont bien peu nombreux à traverser les ponts, leurs déplacements vers les institutions d'enseignement s'apparentent à ceux des travailleurs et se concentrent dans les périodes de pointe.

Finalement, parmi les déplacements fréquemment menés en traversant les ponts de la Rive-Sud, et c'est autant le cas pour le TLHL que pour les autres ponts, les déplacements de loisir, de visite santé, de magasinage et d'accompagnement sont modestement représentés, mais bien présents. L'enquête à développer dans le cadre de ce projet doit donc viser à capturer certains de ces déplacements, qu'un individu fait plus fréquemment que pour d'autres motifs.

Lorsque les données de l'EOD 2023 seront rendues disponibles, il sera théoriquement possible d'effectuer une analyse avant et pendant la fermeture.

Les impacts réels à long terme des travaux routiers, eux, ne pourront qu'être analysés à la suite de la publication des données de la prochaine EOD à Montréal. Pour mener une analyse avant-après similaire à celle menée dans la ville de Séoul pour analyser les impacts de la fermeture de la voie express Cheonggyecheon, il faudra attendre jusqu'à la collecte de l'EOD de 2028 (Chung et coll. 2012). On pourra ainsi mettre en comparaison la population d'enquête de 2018 avant la fermeture à celle de 2028 une fois les travaux terminés. L'EOD de 2023 permettra dans ce cas-ci de mesurer une situation intérimaire pendant la durée des travaux.

8.6.2 Les données de débits routiers et d'achalandage

Lorsque l'on observe les débits routiers, tant sur le TLHL que sur les autres stations étudiées du réseau, on peut constater l'important effet de la pandémie entre mars et mai 2020, un retour relativement rapide des débits à des niveaux similaires à la période précédant la pandémie, et une stabilité générale des débits routiers sur 6 ans avec des pics en juillet-août et des creux en janvier-février. Il est donc important de bien distinguer les effets directs de la fermeture, de ces creux saisonniers qui coïncident avec la fermeture partielle du TLHL et des effets de la pandémie sur les dernières années. Contrairement aux données de l'EOD, la progression temporelle des données de débit présente un portrait beaucoup plus variable et complexe. Les données présentent toutefois des similitudes. Alors qu'en 2018 l'EOD suggère qu'environ 30% des déplacements interrives du fleuve sont faits en transport en commun, les données de débit pour la période, elles, suggèrent que c'est environ 25%. De même, l'EOD, avec ses données incomplètes de pont emprunté, suggère que 22% des déplacements interrives du fleuve en automobiles sont faits via le TLHL. Si on se fie aux données de débit pour l'automne 2021 (une période pour laquelle toutes les données sont disponibles et les débits sont plus près d'un retour à la normale, ce sont quelque 28% des traversées qui sont faites via le TLHL.

Il est aussi important de considérer la tendance générale. Contrairement aux autres stations de mesures analysées incluant les autres ponts, pour le TLHL, on note une réduction graduelle de la circulation comme tendance de fond depuis 2018. C'est une période historiquement particulière, car les débits dans le TLHL suivent une tendance générale d'augmentation depuis 1969. Ces données vont à l'encontre des prédictions produites par le MTMD pour le TLHL à l'aide du modèle MOTREM18. Les prédictions prévoyaient plutôt une augmentation de la circulation à un taux de croissance qui réduit au fil du temps. Pour le reste des ponts, cette prévision générale semble plus alignée avec les observations des comptages routiers. La tendance depuis 2018 est à une croissance des traversées automobiles, comme prévu par le MTMD.

Avec le début des travaux de réfection du TLHL, une chute de débits a eu lieu dans le TLHL, mais elle est particulièrement forte pour les déplacements en direction de la Rive-Sud. Si l'effet est également clair pour la voie d'accès de l'A25 en direction sud, à quelques kilomètres au nord, sur l'A40, et sur le pont Charles-de Gaulle les effets sont imperceptibles dans les deux directions. En s'intéressant à ce tronçon de l'A40, on faisait implicitement l'hypothèse que les répercussions des fermetures pourraient modifier les débits jusque-là. Ce n'a pas été le cas. Les débits ont aussi diminué en direction de Montréal, mais de façon plus modeste et avec une reprise plus rapide des débits. Ces informations

suggèrent que les résidents de la Rive-Sud sont probablement plus fréquemment forcés à faire ce déplacement dans des conditions plus difficiles. Tout porte à croire que les Montréalais et résidents de la Rive-Nord de l'île réussissent plus facilement à éviter la traversée.

On note toutefois dans nos données d'achalandage mensuel que cette réduction des déplacements sur le TLHL est accompagnée d'augmentations sur les autres ponts. C'est particulièrement le cas pour les ponts à plus grande proximité comme le pont Jacques-Cartier et le pont Victoria. Cette réduction des déplacements sur le TLHL ne semble toutefois pas tout à fait contrée ni par les traversées d'autres ponts, ni par les déplacements en transport en commun et par les mesures d'atténuation mises en place. Le total des déplacements interrives semble bel et bien avoir diminué de façon modeste ce qui suggère l'évitement de certains déplacements.

Les transports en commun ont été délaissés durant la pandémie au profit de l'automobile et contrairement aux déplacements automobiles qui sont rapidement revenus à la normale, la reprise du transport en commun est toujours en cours. Avec la fermeture partielle du TLHL, on peut constater une augmentation modeste des parts de transport en commun en général, mais cette observation doit être considérée dans le contexte d'une reprise de l'achalandage sur le réseau de transport en commun. Point intéressant, les taux d'augmentation sont bien plus grands pour les services d'autobus, souvent gratuits, sur le TLHL. Le taux d'augmentation est également plus important sur la ligne de train de banlieue de Mont-Saint-Hilaire (plus près du TLHL) que sur la ligne de Candiac. Ces observations suggèrent également qu'un certain transfert modal a eu lieu.

Par contre, devant l'absence d'un jeu de données complet pour certaines données critiques comme les débits sur l'ancien pont Champlain, l'absence de données bidirectionnelles pour certains services de transport en commun, des périodes non couvertes pour les traversées automobiles, de camionnage, de vélo, et de transport en commun, il est beaucoup plus difficile de tenter d'estimer des déplacements évités. La production d'une enquête spécifique à ce questionnement est donc recommandable.

8.6.3 Effets structurels durant la période

Étant donné les bouleversements auxquels la société a fait face durant la période à l'étude, il est difficile de produire des estimations des différentes composantes de l'induction inverse. Dans le cadre d'expériences scientifiques, on tente de maintenir un maximum de valeurs constantes dans le temps et l'espace et les caractéristiques des individus étudiés. Dans ce cas-ci, beaucoup d'éléments varient de concert et influencent différemment les débits et achalandages. La pandémie est au centre de ces bouleversements à partir de 2020.

Outre les périodes de confinement et le délaissement du transport en commun, le télétravail a augmenté en popularité, ce qui pourrait faire en sorte que moins de déplacements pour le travail ont lieu. Si l'idée que des réductions importantes de déplacement peuvent avoir lieu à cause du télétravail est mise en doute par

de récentes études qui pointent plutôt vers la production de nouveaux déplacements en compensation (Lachapelle et coll. 2018; Stiles et Smart, 2021; Wöhner, 2022), il est fort probable que ces déplacements aient moins lieu durant les périodes de pointe et que ces pointes tendent à s'élargir à la journée complète.

SECTION 3

9. OBJECTIFS DE LA SECTION 3

La troisième partie de ce mandat propose de développer une enquête sur les impacts de la fermeture partielle du TLHL sur les comportements de mobilité de la population, de la déployer sur le terrain et d'en faire l'analyse. Comme on l'a vu, les données disponibles permettent de produire plusieurs informations pertinentes, mais elles laissent aussi plusieurs zones d'ombre dans la définition et la compréhension du phénomène de l'induction inverse. Une enquête spécifique à la question de recherche et au terrain d'étude s'avère un outil important pour établir 1) des connaissances supplémentaires sur la question générale de l'induction inverse et 2) de mieux comprendre les stratégies d'adaptation des utilisateurs aux travaux de réfection du TLHL.

9.1 Conception d'une enquête ad hoc pour évaluer l'induction inverse

9.1.1 Population ciblée

La population ciblée est celle des travailleurs qui utilisait le TLHL de façon régulière pour le navettage avant le début de sa fermeture partielle (octobre 2022). Bien que des déplacements puissent être effectués pour plusieurs autres motifs que le travail, la régularité des déplacements vers le travail permet de plus facilement les rapporter, particulièrement lors des questions rétroactives sur les habitudes de déplacement ayant eu lieu deux ans plus tôt. La population de navetteurs semble de surcroît particulièrement propice à cette analyse étant donné les informations rapportées dans l'EOD 2018 sur les déplacements interrives passant par le TLHL (voir section 8.1). Une grande majorité de ces déplacements étaient liés au travail. Le recrutement de ce groupe était également facilité par les listes d'employeurs détenues par le MTMD pour faciliter les communications sur les travaux en cours et permettre aux gens de s'adapter en fonction de l'évolution du chantier. Pour comprendre les impacts sur les autres types de déplacement, il est également possible de questionner les travailleurs à ce sujet.

9.1.2 Échantillonnage

L'échantillonnage a été constitué à partir de trois listes tenues par le MTMD :

- Une liste constituée lors des préparatifs des travaux pour communiquer avec les entreprises ayant des travailleurs potentiellement touchés. La liste des entreprises visant des employeurs identifie une personne, souvent aux ressources humaines, sollicitée pour transmettre le message d'invitation aux travailleurs de l'entreprise.
- Une liste de récipiendaires de « l'infolettre sur les travaux de réfection majeure du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine » assemblée pour envoyer des mises à jour aux différentes personnes intéressées à les

recevoir. La base d'adresses de l'infolettre a notamment été constituée par inscription à partir d'une page du site du MTMD²⁰.

- Une liste des employés du MTMD dont plusieurs des 8500 employés travaillent dans la région métropolitaine de Montréal et pourraient potentiellement être affectés par les travaux dans leurs déplacements vers le travail.

Les lettres d'invitation pour ces trois groupes sont présentées en annexe 14.3. Il est impossible d'établir précisément l'univers des répondants potentiels rejoints, et incidemment, de calculer un taux de réponse à notre enquête pour une série de raisons : 1) ces listes contiennent tant des individus que des regroupements d'individus (via des employeurs par exemple, 2) nous n'avons pas de contrôle sur la bonne diffusion des messages d'invitation aux employés par les responsables des ressources humaines, et 3) certains des abonnés ne sont pas des utilisateurs du TLHL, mais plutôt des personnes affectées directement par les travaux (par exemple des riverains) et voulant mieux connaître l'évolution des travaux pour d'autres raisons que l'usage du TLHL lui-même. Pour toutes ces raisons, on considèrera l'échantillon comme un échantillon de convenance (échantillon non aléatoire composé de participants facilement accessibles pour participer à l'enquête). Des pondérations de redressement à la population réelle ou de projection à celle-ci ne sont également pas possibles dans ce contexte.

Le projet a obtenu un certificat éthique (#2025-6845) du Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains (CIEREH) de l'UQAM (voir annexe 14.4). Selon les règles d'éthique de l'UQAM, le chercheur n'a pas eu accès aux listes utilisées. Les invitations vers l'extérieur du MTMD ont plutôt été transmises par la Direction générale des communications du MTMD (15 octobre et 31 octobre 2024). C'est également la Direction générale des communications qui a transmis une invitation aux employés du MTMD travaillant dans la région métropolitaine de Montréal (24 octobre 2024).

L'enquête a été déployée sur le terrain pendant une période de 30 jours, entre le 15 octobre et le 15 novembre 2024. Cette période automnale est typiquement utilisée pour mener les enquêtes de mobilité dont l'EOD, car elle représente une période où 1) les vacances d'été sont largement terminées, 2) les classes ont repris, et 3) le vélo et les transports actifs sont toujours possibles étant donné les conditions météorologiques encore relativement clémentes. La période est également propice dans le cadre de notre enquête, car elle coïncide à peu de chose près avec le début des travaux deux ans plus tôt. Les habitudes des travailleurs à ce moment sont plus faciles à transposer à la même période deux ans plus tard. Les messages d'invitation initiaux ont marqué le début de l'enquête. Un message de rappel a été envoyé après deux semaines pour s'assurer que des événements particuliers n'auraient pas empêché les participants potentiels de compléter l'enquête lors de la première vague de recrutement.

²⁰ Site d'abonnement à l'infolettre du MTMD sur le TLHL
<https://www.quebec.ca/transports/infrastructures-projets/projets/projets-routiers/montreal/tunnel-louis-hippolyte-la-fontaine/ressources-sinformer-communiquer-avec-ministere-transports>

9.1.3 Questionnaire d'enquête

Le questionnaire en ligne développé sur la plateforme Lime Survey est constitué de 11 blocs de questions. Le questionnaire d'enquête est présenté en annexe 14.5. Un premier bloc permet de confirmer que les répondants font partie de la population ciblée (travailleurs qui utilisaient le TLHL avant la fermeture partielle). Trois blocs permettent ensuite d'établir les caractéristiques de la personne répondante et de son ménage, celles de son employeur et son emploi, de même que les options de mobilité disponible à la personne. Ces données aideront à établir un portrait type de la population de l'enquête. Elles permettront également d'identifier les caractéristiques des répondants ayant effectué différents types de changements à leurs habitudes de déplacement.

On passe ensuite au cœur du questionnaire en trois blocs :

- 1) Les habitudes de déplacement pour ceux passant par le TLHL avant le début des travaux,
- 2) Les habitudes de déplacement interrives depuis le début des travaux (la période actuelle au moment de l'enquête),
- 3) Les prévisions de déplacement une fois les travaux terminés.

Pour le premier bloc, on s'intéresse aux déplacements vers le travail passant par le TLHL avant les travaux. On y enregistre les modes, heures de départ, et durée, puis on répète la démarche pour le déplacement le plus fréquent passant par le TLHL ayant un autre motif (magasinage, loisir, réunion familiale, etc.). Pour ce dernier, on documente le motif, la fréquence et le temps de déplacement. Le deuxième bloc a la même forme que le premier, à la différence qu'on s'intéresse aux déplacements interrives et non seulement aux déplacements passant par le TLHL.

L'objectif est ici de documenter comment les déplacements pour le travail qui sont effectués par le TLHL avant les travaux ont été modifiés à la suite de la fermeture partielle. De plus, la démarche permet d'identifier les raisons secondaires de traversée pour les navetteurs, et les différentes formes d'adaptation à la fermeture par rapport aux déplacements liés au travail. On peut notamment faire l'hypothèse que les réductions de déplacements soient plus importantes que l'adaptation par des changements d'horaires ou de modes de transport, et ce, étant donné qu'une plus grande part des déplacements pour motif autre que le travail peut avoir un caractère non essentiel.

Un bloc supplémentaire permet ensuite de confirmer de façon plus succincte les changements (ou non) ayant eu lieu, et les raisons additionnelles pouvant expliquer ces changements aux déplacements pour le travail et pour d'autres motifs. On permet par exemple aux répondants de déclarer des déménagements, changements d'emplois ou transformations familiales qui auraient pu affecter leurs choix de déplacement. Les répondants sont également amenés à évaluer les variations perçues de temps de déplacement et de congestion sur le tronçon.

Deux blocs de questions supplémentaires permettent de documenter l'usage de mesures d'atténuation des impacts des travaux et le niveau de satisfaction par rapport à ces mesures, et d'évaluer l'appui pour une série d'approches

potentielles pour améliorer les déplacements sur les ponts et gérer la congestion.

Avant de terminer l'enquête, les participants sont amenés à répondre à des questions ouvertes sur les impacts de la fermeture partielle sur l'organisation de leur quotidien, sur les mesures d'atténuation du MTMD et sur les communications du MTMD sur l'évolution des travaux.

9.1.4 Stratégie analytique

Après une présentation des répondants, on s'intéressera particulièrement aux variations dans les approches de déplacement avant les travaux et au moment de l'enquête. On décrira les caractéristiques des répondants ayant maintenu leurs approches et les compareront à ceux ayant changé celles-ci. On décrira l'impact sur les temps de déplacements selon la direction des flux, le temps initial de déplacement et les choix d'adaptation. Dans le cadre de ce rapport, l'accent sera mis sur l'analyse des composantes de l'induction inverse, c'est-à-dire de déterminer les déplacements menés en utilisant d'autres infrastructures de traversées, d'autres modes, à d'autres moments de la journée et l'on tentera d'identifier ceux qui auront directement évité le déplacement ou changé leurs destinations de manière à ne pas avoir à traverser les rives.

Dans la plupart des analyses, on regroupera les répondants selon la direction des flux étant donné les différences que cela implique. Certaines analyses compareront ceux qui ont changé leurs habitudes à ceux qui ont maintenu leurs patrons de déplacement tels quels.

9.1.5 Limite de l'enquête

Trois limites centrales doivent être prises en compte par rapport à l'enquête. Premièrement, étant donné la nature des listes de contacts utilisées, l'échantillon est confiné à un groupe de travailleurs dont l'employeur a estimé bon de s'inscrire à la liste. La taille de l'échantillon en est donc restreinte et sans certitude de représentativité populationnelle. Une approche d'échantillonnage représentatif de la population entière aurait été bien plus onéreuse à déployer, mais serait certes d'intérêt. Soulignons que ce volet du projet tente de comprendre l'induction inverse au niveau des comportements individuels en fonction des caractéristiques et options de ces individus et de leurs déplacements. La représentativité populationnelle aurait été un atout, mais n'est pas une entrave à la démarche.

Deuxièmement, si les questions sur la situation actuelle sont plus faciles à répondre, les questions rétrospectives sont sujettes à un biais de rappel. Les individus peuvent avoir une certaine difficulté à se souvenir de manière précise de leurs actions passées. Ce biais augmente avec le temps, mais est potentiellement moins prononcé pour une activité habituelle. On pourrait s'attendre à ce que ce biais soit moins important pour le navettage que pour les autres déplacements. Les questions prospectives, elles, sont sujettes à un biais de projection, ou une attente erronée liée à notre croyance que nos valeurs et actions futures seront les mêmes que celles que l'on a actuellement. Seul le suivi d'une cohorte (ou panel) sur le long terme avec une série consécutive d'enquêtes peut permettre de rejoindre les mêmes personnes à plusieurs

moments dans le temps et éviter ces biais en posant uniquement des questions sur la situation actuelle.

Finalement, une troisième limite relève de la complexité des vies des individus et des changements multiples et simultanés rendant difficile l'identification causale claire d'une relation. Nous avons tenté d'intégrer ces préoccupations par quelques questions sur les changements dans la vie d'un individu pour en tenir compte de façon sommaire, car une collecte plus approfondie de chaînes causales d'évènements du type *habitudes de déplacement* → *travaux TLHL* → *Déménagement* → *changement d'emploi* → *changements dans les déplacements* aurait ajouté une lourdeur à un questionnaire déjà exigeant pour un répondant.

10. ANALYSE DE L'ENQUÊTE AD HOC

10.1 Présentation des données et description des participants

Entre le 15 octobre et le 15 novembre 2024, 1040 personnes ont cliqué sur le lien de l'enquête à partir des messages d'invitation. Parce qu'elles ne se sentaient pas concernées ou pour d'autres raisons, c'est 809 personnes qui ont accepté de poursuivre l'enquête. Quelque 742 personnes se sont qualifiées pour l'enquête, étant donné que 67 d'entre elles n'avaient pas 18 ans. La série de questions suivantes vérifiait que les travailleurs traversaient réellement le TLHL avant sa fermeture partielle dans le cadre de leur déplacement vers le travail. Cette étape a permis d'exclure les 311 participants ne se conformant pas aux exigences de l'enquête, notamment de résider d'un côté du fleuve et de traverser de l'autre côté pour le travail et d'utiliser le TLHL avant le début des travaux. De ces 431 participants admissibles, 120 ont arrêté de participer avant la fin de l'enquête, souvent dans les dix premières minutes de l'enquête. Pour les participants restants, l'enquête a été complétée dans un temps médian de 21 minutes. Les 311 participants pour lesquels la majorité de l'information est disponible résident en majorité sur la Rive-Sud et travaillent sur l'île de Montréal (Figure 42). Parce que les autres catégories sont de taille modeste, elles sont regroupées pour le reste de l'analyse en fonction de la direction du déplacement : les résidents de Montréal, Laval et la Rive-Nord (en vert et rouge) qui traversent en direction sud pour le travail, et les résidents de la Rive-Sud (incluant Longueuil, en bleu) qui traversent en direction nord pour le travail.

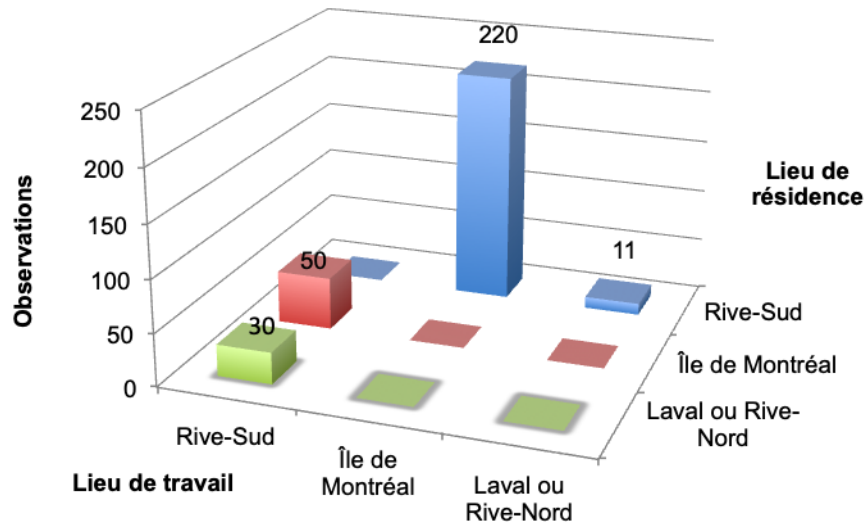


Figure 42 Distribution des répondants selon le lieu de résidence et de travail (n= 311)

10.1.1 Caractéristiques sociodémographiques

Pour mettre les pratiques de déplacement en perspective, commençons par décrire les participants en fonction de leurs caractéristiques sociodémographiques, leurs caractéristiques d'emploi et celles associées à leur mobilité. On note dans le Tableau 13 que les participants sont moins représentés chez les moins de 45 ans et que les hommes sont légèrement surreprésentés, et, particulièrement, pour ceux qui se dirigent vers le sud. Outre les 17% qui ont préféré ne pas dévoiler leur revenu, c'est plus de 75% des répondants qui ont des revenus de ménage supérieurs à 60 000\$. Les travailleurs en provenance de la Rive-Sud sont légèrement plus nantis. Une plus grande part, soit 17% des répondants se dirigeant vers le sud pour le travail, vit seule. Entre 36 et 40% des répondants, selon la direction du navettage le matin, ont des enfants. Si ce groupe n'est pas clairement représentatif de la population en général ou de celle traversant le pont, il nous permet d'observer une tranche variée de la population de la région qui utilisait le TLHL avant le début des travaux.

Tableau 13 Caractéristiques sociodémographiques des participants (n=311) selon la direction des déplacements

	Direction des déplacements		Total
	Nord vers sud	Sud vers nord	
10.1.1.1 Observations	80	231	311
Catégories d'âge			
18-25	0.0	0.4	0.3
26-45	30.4	35.9	34.5
46-65	60.8	61.9	61.6
66+	8.9	1.7	3.5
Vous vous identifiez comme?			
Homme	62.5	47.2	51.1
Femme	37.5	52.8	48.9
Revenu total du ménage			
Moins de 30 000\$	0.0	0.4	0.3
Entre 30 000 et 59 999\$	6.3	3.5	4.2
Entre 60 000 et 99 999\$	23.8	23.4	23.5
100 000 \$ à 149 999 \$	25.0	25.5	25.4
150 000 \$ et plus	23.8	31.6	29.6
Pas de réponse	21.3	15.6	17.0
Nombre de personnes dans le ménage			
Personne seule	17.5	13.0	14.1
Deux personnes	36.3	30.7	32.2
Trois ou plus	46.3	56.3	53.7
Enfants de moins de 16 ans			
Aucun	63.8	60.2	61.1
Un ou plus	36.3	39.8	38.9

10.1.2 Caractéristiques d'emploi

Les répondants représentent toutefois une population relativement uniforme de travailleurs en présentiel. Comme on peut le voir (Figure 43), c'est près de 80% des répondants qui travaillent 5 jours par semaine, et près de 55% qui le font uniquement de leur lieu de travail au moment de l'enquête. Selon les compilations du Tableau 14, environ 35% des répondants travaillent d'un à trois jours de la maison. Plus de 90% des répondants travaillent à temps plein, et 58% de ceux faisant la navette vers le sud ont un horaire de 9h à 17h. L'horaire variable est, avec 18%, le second arrangement de travail le plus populaire. Lorsque l'on met en comparaison les jours de travail déclarés et ceux de télétravail, moins de 20% des répondants passent plus de 50% de leur temps en télétravail. Il est surprenant qu'on ait vu si peu de télétravail rapporté considérant que c'est 49% des gens qui déclarent pouvoir le faire. On pourrait supposer que la détérioration des conditions de circulation causée par la fermeture partielle entraînerait un plus grand usage de cette solution de remplacement au navettage. La flexibilité des heures d'arrivée et de départ, particulièrement en

direction nord, est potentiellement plus facilement mise en œuvre pour s'adapter aux fermetures partielles.

La disponibilité de stationnements gratuits est plus fréquente une fois sur la Rive-Sud (à 66% des répondants), alors que les supports à vélo (sécurisés ou non) et les douches sont plus fréquemment rapportés pour ceux qui se dirigent vers le nord pour le travail. Au total, c'est moins de 2% des travailleurs de ce groupe qui ont accès à des titres de transport en commun subventionnés par l'employeur.

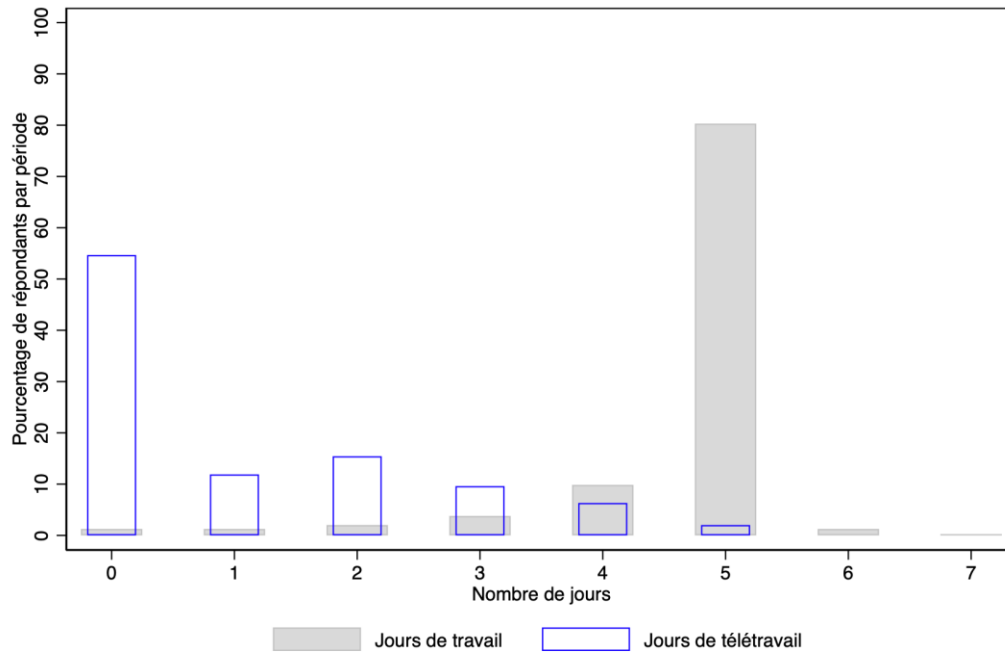


Figure 43 Horaires de travail et de télétravail des répondants

Tableau 14 Caractéristiques d'emploi des participants (n=311)

Caractéristiques d'emploi des participants, (n=311)

	Direction des déplacements		Total
	Nord vers sud	Sud vers nord	
Quel est votre statut actuel?			
Travailleur à temps plein	92.5	93.1	92.9
Travailleur à temps partiel	2.5	3.5	3.2
Autre (étudiant, retraité, au chômage, etc.)	5.0	3.5	3.9
Horaire de travail actuel			
Temps plein traditionnel (exemple : 9h à 17h)	57.5	76.8	71.8
Quart de travail matinée	8.8	5.3	6.2
Quart de travail après-midi	0.0	1.3	1.0
Quart de travail soirée	2.5	0.4	1.0
Quart de travail nuit	5.0	0.9	1.9
Quart de travail de fin de semaine	0.0	0.9	0.6
Horaire variable	26.3	14.5	17.5
Part des journées en télétravail			
Aucune	61.0	51.3	53.8
De 20 à 49%	26.0	27.6	27.2
Plus de 50%	13.0	21.1	19.0
Possibilité de faire du télétravail	45.0	49.8	48.6
Flexibilité sur les horaires de travail (choix des jours)	20.0	21.6	21.2
Flexibilité sur les heures d'arrivée et de départ	45.0	52.8	50.8
Stationnement automobile gratuit*	66.3	51.5	55.3
Supports à vélo	12.5	24.2	21.2
Supports à vélo sécurisés (dans un garage ou un enclos)	7.5	9.1	8.7
Douches	15.0	30.7	26.7
Titre de transport en commun OPUS & Cie	2.5	1.7	1.9

*Le terme « gratuit » désigne un stationnement sans frais ou aux frais de l'employeur, disponible pour l'employé

10.1.3 Caractéristiques de mobilité et d'accessibilité

Le Tableau 15 présente les options de mobilité accessibles aux répondants, et démontre sans surprises, étant donné notre échantillon, que tous les répondants partagent au moins une voiture. Toutefois, on peut voir que plusieurs des répondants ont tout de même une série d'options à leur disponibilité. Les titres de transport, mensuels ou non, et la possession d'un vélo sont les plus populaires. Notons que pour les titres de transport collectif, la différence est considérable entre les deux groupes, et plus grande chez les résidents de Laval, la Rive-Nord et Montréal. Pour la possession d'un vélo fonctionnel, la différence est plus petite, mais toujours à l'avantage des résidents de Laval, de la Rive-Nord et de Montréal. Par contre, lorsqu'on leur demande s'ils pourraient utiliser le transport en commun et les obstacles à son usage pour se rendre au travail (Tableau 16), l'accès perçu à un parcours pour se rendre au travail est relativement faible (28%), mais légèrement plus élevé pour les déplacements en

direction nord (34%). La durée des déplacements en transport en commun par rapport à ceux faits en automobile, les questions d'horaire et la nécessité de faire des correspondances, sont les obstacles les plus importants. La durée et les temps de marche, tant près de la maison qu'en arrivant au travail sont des obstacles perçus plus fréquemment par les résidents de la Rive-Sud. Près de 40% de répondants concernés identifient plus de trois obstacles à l'usage du transport en commun pour le navettage (Figure 44).

Tableau 15 Options de transport disponibles aux répondants, pourcentage (n=311)

	Direction des déplacements		Total
	Nord vers sud	Sud vers nord	
Observations	80	231	311
Une automobile dont je suis le seul utilisateur	80.0	82.7	82.0
Une automobile que je partage avec un ou plusieurs membres de mon ménage	27.5	22.5	23.8
Une carte OPUS avec un abonnement mensuel de transport collectif	10.0	3.9	5.5
Une carte à puce avec des billets de transport collectif	21.3	13.9	15.8
Une bicyclette fonctionnelle (électrique ou non)	18.8	16.0	16.7
Un abonnement annuel ou mensuel au service de BIXI	1.3	0.9	1.0
Un abonnement à un service d'autopartage (Ex. : Communauto)	2.5	0.0	0.6
J'utilise parfois le covoiturage pour mes déplacements	5.0	6.5	6.1
Autobus ou navette gratuite	0.0	6.5	4.8

**Tableau 16 Posture face au transport en commun (n=311) et obstacles
 (n=221)**

	Direction des déplacements		
	Nord vers sud % par colonne	Sud vers nord % par colonne	Total % par colonne
Est-ce envisageable de vous rendre vers le travail en transport en commun?			
Oui	13.8	34.2	28.9
Non	86.3	65.8	71.1
Je ne connais pas assez le réseau de transport en commun	2.9	0.7	1.4
Trop long par rapport au même déplacement en automobile	68.1	74.3	72.4
Trop compliqué en général	47.8	44.7	45.7
L'horaire du transport en commun ne répond pas à mes besoins	56.5	53.3	54.3
Trop de marche pour me rendre à l'arrêt utilisée au départ	7.2	18.4	14.9
Trop de marche pour me rendre au travail de l'arrêt d'arrivée	14.5	27.6	23.5
Trop de correspondances à prendre	46.4	47.4	47.1
Trop difficile d'obtenir une place dans le stationnement incitatif	18.8	11.8	14.0
Ça ne cadre pas avec mes besoins de déplacements	30.4	28.9	29.4
Pour les 221 qui ont déclaré non : « Si non, quels sont les obstacles? »			

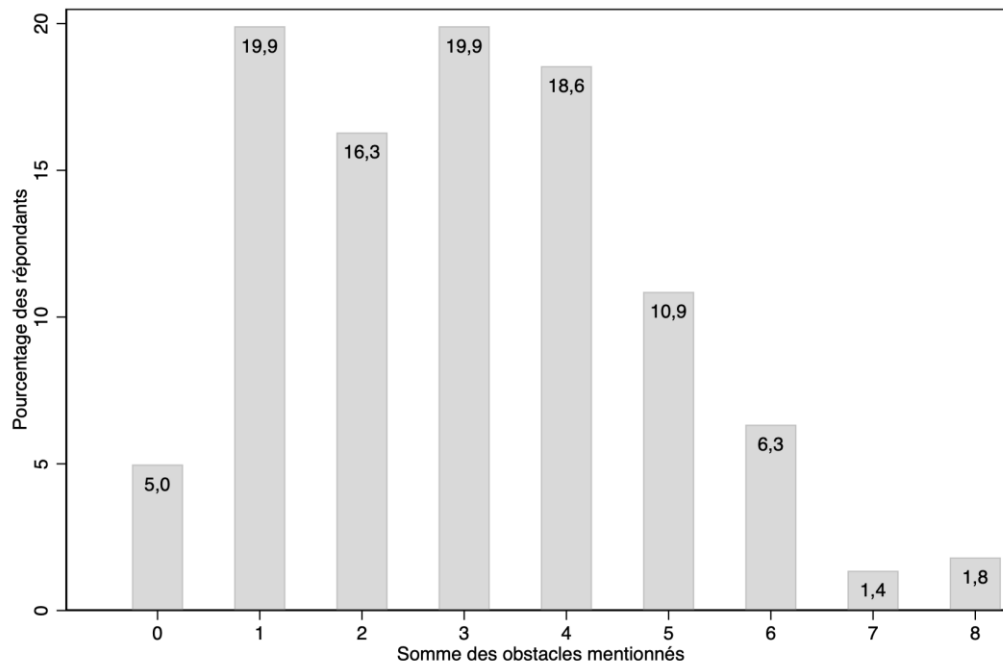


Figure 44 Somme des obstacles à l'usage du transport en commun pour le navettage (n=221)

10.2 Variations entre les déplacements pour le travail avant et après la fermeture du TLHL

Pour mieux comprendre les impacts de la fermeture du TLHL sur les individus, nous avons posé d'une part des questions générales d'impressions sur les impacts de la fermeture et d'autre part une série de questions sur les déplacements pour le navettage avant et depuis le début des travaux. On s'intéressera aux modes de transport utilisés, aux heures de départ, aux durées de déplacement et à leurs variations. Les changements de ponts empruntés pour la traversée seront également analysés.

10.2.1 Modes de transport utilisés et ponts

Une des stratégies qui peut être choisie pour s'adapter aux fermetures est de changer de mode de transport pour éviter la congestion. C'est d'ailleurs celle qui est promue par la mise en place de services de transport en commun supplémentaires et dans certains cas gratuits. Le Tableau 17 montre que la part de déplacement en automobile comme conducteur a décliné considérablement (de 98,4% à 88,4%) une fois les travaux commencés, pour laisser place à plus d'usage de transport en commun (de 1,6% à 17%). Par contre, le covoiturage comme passager, une stratégie à laquelle on pouvait s'attendre, ne semble pas avoir augmenté; on observe même un léger déclin (de 6,4% à 4,5%). Avec 16,1% de déplacements depuis la fermeture partielle, c'est l'autobus qui a pris une bonne partie du transfert de déplacements. L'usage des transports actifs, lui, a passé de nul à 3,2%, une augmentation modeste, mais notable. À cause de la formulation de la question, on ne peut distinguer de façon claire comment ces modes ont été utilisés. Les déclarations de transport multimodal, par exemple, sont passées de 1% à 7,7%, suggérant que l'accès au stationnement

incitatif est prisé pour se rendre à un point de jonction permettant ensuite la traversée du fleuve. Les 3,5% d'usagers du métro sont donc en partie des utilisateurs ayant traversé le fleuve, mais aussi probablement des utilisateurs en direction nord ayant fait une jonction entre un autobus et le réseau de transport en commun de l'île. Le train de banlieue, même s'il relie l'est de la Rive-Sud et touche donc probablement beaucoup des utilisateurs du TLHL, n'a pas été utilisé de façon très importante (d'un usage nul à 0,3%), possiblement parce que peu de travailleurs utilisant le TLHL convergent vers le centre-ville où les trains se dirigent. Le REM, même s'il est en usage depuis l'été 2023, n'a reçu qu'une très faible part des changements de mode de transport, possiblement pour les mêmes raisons que le train de banlieue.

Tableau 17 Variation dans les modes de transport utilisés pour le navettage

	Usages déclarés	
	Avant les travaux %	Depuis les travaux %
Auto conducteur	98.4	88.4
Auto passager	6.4	4.5
Autobus	1.3	16.1
REM	-	0.6
Métro	0.6	3.5
Train de banlieue	-	0.3
Taxi	-	0.3
Moto	2.3	0.6
Vélo (électrique ou traditionnel)	-	2.6
Marche	-	1.0
Navette fluviale	0.3	1.3
Tout transport en commun	1.6	17.0
Tout motorisés	99.4	89.4
Tout transports actifs	-	3.2
Multimodal	1.0	7.7
Transfert modal	-	17.0

Parce que les répondants peuvent déclarer plus d'un mode à la fois, les totaux n'égalent pas 100%.

Le Tableau 18 démontre que si la grande majorité des déplacements sont toujours faits en automobile, plusieurs répondants (19%) ont toutefois changé de ponts pour s'adapter à la fermeture partielle. Pour les répondants traversant vers le sud, ce changement de pont pour le navettage est fait par 33% des répondants. Dans les deux directions, la majorité de ces remplacements de pont sont au profit du pont Jacques-Cartier.

10.2.2 Heure de départ

On a demandé aux répondants leurs heures de départs vers le travail et s'ils avaient changé celles-ci pour éviter les périodes les plus congestionnées sur les différents axes traversant le fleuve. On pourrait s'attendre par exemple à ce qu'un départ plus tôt permette d'éviter la période de pointe plus congestionnée, pour ainsi avoir un temps de déplacement plus court. Comme on le constate dans la Figure 45, les navetteurs ont décalé leurs déplacements de façon assez

importante avec une augmentation de 4 à 5 points de pourcentage par heure dans les 3 heures précédant la période la plus achalandée de 7 à 8 heures du matin. La part des départs entre 7 et 8 heures a perdu en revanche quelques 14 points de pourcentage et a cédé sa place comme période de départ la plus achalandée. Les déplacements de 8 à 9 et de 9 à 10 heures ont aussi légèrement augmenté. Sur la Figure 46, on constate qu'en fonction de la direction du déplacement, ces variations sont moins importantes pour les déplacements en direction nord. La part des déplacements matinaux en direction nord était majoritaire, mais moins grande entre 7 et 8 heures et proportionnellement plus importante entre 6 et 7 heures du matin. Conséquemment, une plus grande part des déplacements a été déplacée bien plus tôt, entre 4 et 6 heures du matin dans cette direction. Mais au total, la part des individus n'ayant fait aucun changement d'heures de déplacement est moins importante en direction nord (32,9% contre 25% en direction sud).

Tableau 18 Part du navettage sur le TLHL et les autres ponts depuis la fermeture partielle (n=306)

	Direction des déplacements		Total % par colonne
	Nord vers sud % par colonne	Sud vers nord % par colonne	
Navettage depuis			
Tunnel L-H-La Fontaine	66.7	86.0	81.0
Pont Jacques-Cartier	20.5	7.9	11.1
Autres ponts	12.8	6.1	7.8
Total	100.0	100.0	100.0

Autres : Autres ponts vers la Rive-Sud.

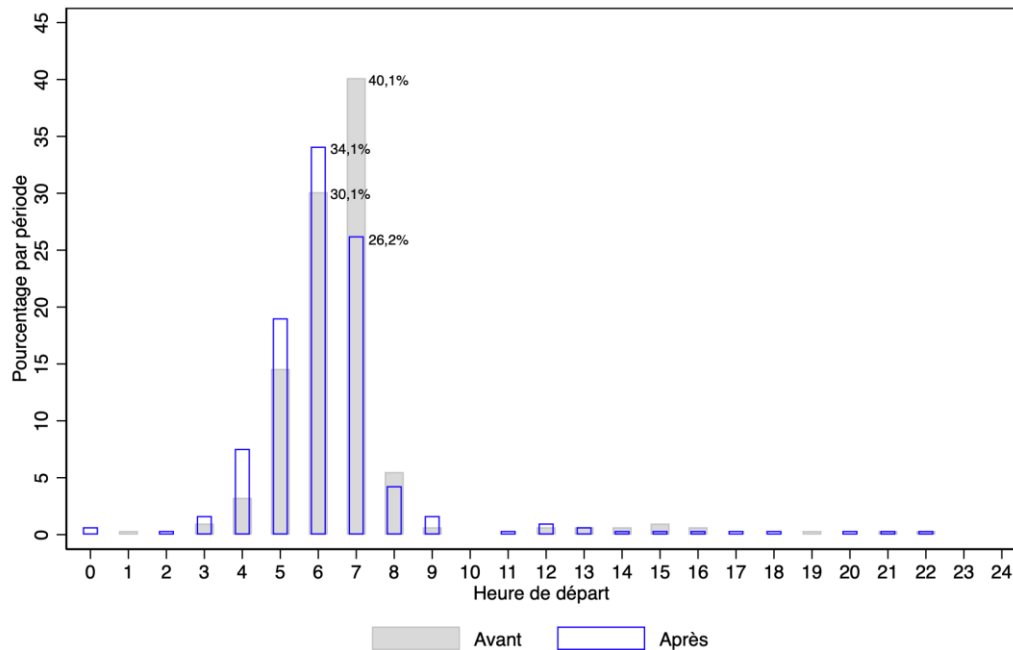


Figure 45 Distribution des heures de départ pour le travail avant et depuis la fermeture partielle (n=309 avant, n=305 après)

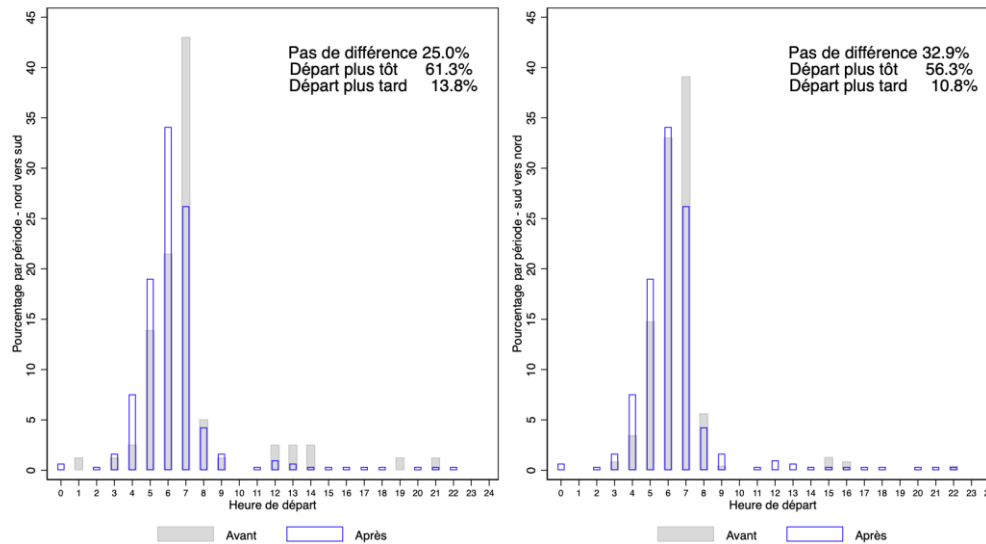


Figure 46 Distribution des heures de départ pour le travail avant et depuis la fermeture partielle selon la direction

10.2.3 Temps de déplacement

L'impact le plus important pour les ménages est fort probablement dans les temps de déplacement, car ces variations peuvent changer de façon importante l'organisation de leurs activités au quotidien, leurs heures de départ et le temps dont ils disposeront pour d'autres activités. De façon générale, on peut voir que les gens ressentent l'impact des travaux en déclarant majoritairement l'importante augmentation du temps de déplacement (65%, beaucoup plus long) (Tableau 19). En mettant en comparaison la question : « En moyenne, combien de temps dureraient/durent vos trajets vers le travail? (Durée du déplacement porte-à-porte) », on peut constater la correspondance entre les augmentations perçues et les différences de temps de navettage. On constate que la grande majorité des répondants (65%) ont vécu des augmentations d'en moyenne 27 minutes de temps de navettage. L'augmentation perçue correspond assez bien à la différence calculée entre les temps de navettage avant et depuis les travaux. Les 12% de répondants qui ont déclaré que leurs déplacements étaient « à peu près égaux » ont une réduction d'une minute en moyenne. Bien que l'on puisse observer des répondants ayant des réductions perçues (un peu/beaucoup plus courts) et déclarées de temps de déplacement (-5 et -52 minutes), les observations sont trop peu nombreuses pour y porter une attention indue. Notons finalement que les répondants avec les augmentations de temps de déplacement (actuels et perçus) les plus longues sont aussi ceux qui avaient des temps initiaux de déplacements parmi les plus courts. La part du temps de déplacement dans le TLHL était probablement plus importante dans leurs déplacements. Une augmentation de 20 minutes pour traverser le TLHL semble plus importante sur un déplacement initial de 40 minutes (+50%) que sur un déplacement initial de 60 minutes (+33%). Dans le Tableau 20, on peut constater que les augmentations perçues des temps de déplacement ont été plus importantes pour les déplacements en direction du sud. Comme on le verra plus tard, les résidents de la Rive-Sud considèrent que les temps de déplacement ont augmenté de bien plus pour le déplacement du retour en après-midi.

Tableau 19 Augmentation perçue des temps de déplacement et différence entre les temps de navettage avant et depuis les travaux du TLHL

	Comment se comparent vos temps de déplacements?					Total
	Beaucoup plus longs	Un peu plus longs	À peu près égaux	Un peu plus courts	Beaucoup plus courts	
% de la rangée	65.3	21.8	11.6	0.7	0.7	100.0
Moyenne						
Navettage avant	37.8	43.7	34.3	40.0	90.0	39.0
Navettage depuis	64.6	53.9	32.9	35.0	37.5	58.2
Différence de durée	26.8	10.2	-1.4	-5.0	-52.5	19.2

Tableau 20 Comment se comparent les temps de déplacements actuels par rapport à ce qu'ils étaient avant la fermeture partielle du TLHL en fonction de la direction (% par rangée)

	Comment se comparent vos temps de déplacements?					Total
	Beaucoup plus longs	Un peu plus longs	À peu près égaux	Un peu plus courts	Beaucoup plus courts	
Direction des déplacements						
Nord vers sud	78.7	13.3	5.3		2.7	100.0
Sud vers nord	61.0	24.6	13.6	0.9		100.0
Total	65.3	21.8	11.6	0.7	0.7	100.0

Pour mieux comprendre l'impact des travaux du tunnel sur les temps de déplacement, la Figure 47 nous présente en parallèle les fréquences cumulatives de temps de déplacement rapportés avant et depuis le début des fermetures majeures. En observant la question sur la durée moyenne du déplacement porte-à-porte, on peut constater que 50% des déplacements étaient de 35 minutes et moins avant les travaux alors que depuis le début des travaux, la médiane se situe à 50 minutes et moins, soit une augmentation de 15 minutes. Au 75^e percentile, la différence passe de 45 à 75 minutes, une augmentation de 30 minutes. En fait, et contrairement à ce qu'on pouvait voir dans le Tableau 19 où l'on catégorisait les gens en fonction de l'augmentation perçue des temps de déplacement, plus les déplacements étaient longs initialement, plus l'augmentation a été grande, comme si les retards se propageaient ailleurs sur le réseau.

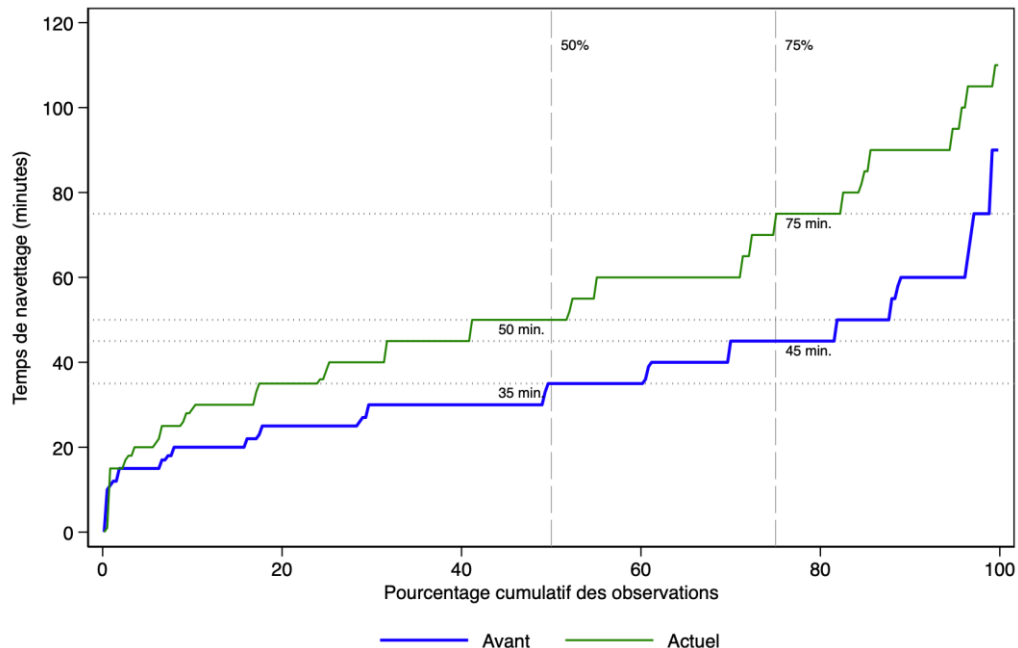


Figure 47 Pourcentage cumulé des temps de navettage avant et après le début des travaux (observations <95° percentile)

La Figure 48 permet de visualiser comment les relations entre le temps de navettage avant et après le début des travaux évoluent en fonction de la durée initiale du déplacement. La ligne pointillée traversant le graphique montre une droite d'égalité des temps de déplacement avant et après le début des travaux. Les points se trouvant sous cette droite (en rouge) exprimeraient donc une réduction (improbable et peu fréquente) des temps de déplacement d'un répondant par rapport à son temps avant le début des travaux. C'est le cas pour une vingtaine d'observations. Les droites de tendances avec intervalles de confiance (IC), elles, démontrent avec leurs origines plus hautes que la droite d'égalité, que les déplacements depuis les travaux sont plus longs qu'ils l'étaient initialement. Une augmentation fixe du temps de déplacement serait parallèle à la ligne pointillée. Toutefois, les droites de tendance, elles, montrent que plus les déplacements sont longs, moins l'augmentation relative du temps de déplacement est grande. Finalement, la pente encore moins prononcée de la courbe pour les répondants qui ont intégré le transport en commun (bleu) démontre que pour de courts déplacements avant les travaux (moins de 20 minutes), l'augmentation de temps est plus importante en transport en commun, mais pour les déplacements automobiles de près de 60 minutes avant les travaux, les remplacer par le transport en commun a fait en sorte d'augmenter de façon très modeste le temps de déplacement moyen.

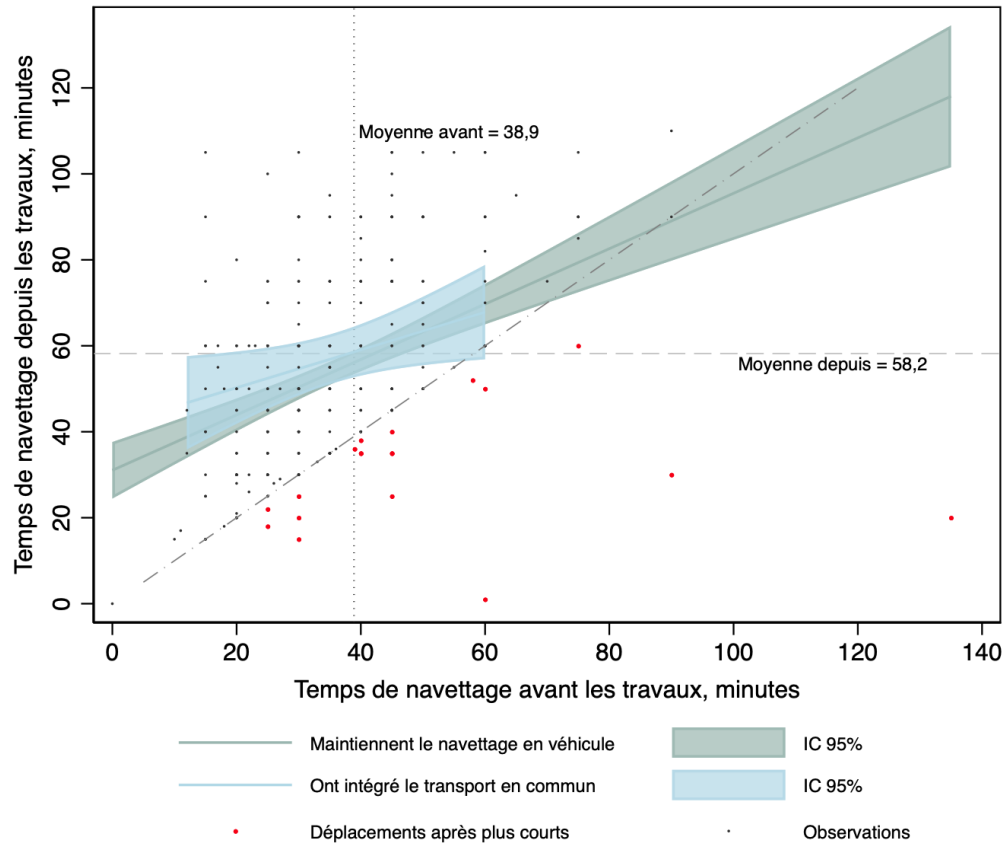


Figure 48 Relations entre les temps de déplacements pour le navettage avant et après les travaux

Finalement, on a observé les temps de navettage et les différences de temps de navettage en fonction de l'appartenance à certains groupes (Tableau 21). On peut constater que les déplacements du nord vers le sud, faits par des femmes, avec des départs plus tôt et en maintenant l'usage du TLHL, ont subi des augmentations plus importantes de durée que leurs contreparties. Le tableau révèle aussi que les transferts modaux n'ont pas eu l'effet d'augmenter le temps de déplacement, car il a été adopté par des répondants qui avaient déjà des temps de déplacement plus longs avant les travaux. L'augmentation a donc été moins importante en fonction du temps total de navettage. Les répondants qui avaient déjà un temps de déplacement plus long avant la fermeture sont aussi plus à même d'avoir décidé de changer de pont et de quitter le domicile plus tard le matin.

Tableau 21 Temps de navettage avant et depuis les travaux et différence de temps (minutes) par différents groupes

	Moyenne	Écart- type	Médiane	75e percentile
Direction des déplacements				
Nord vers sud				
Navettage avant	43.0	23.9	40	50
Navettage depuis	70.8	28.9	70	90
Différence de durée	27.9	32.2	30	45
Sud vers nord				
Navettage avant	37.6	34.8	33	45
Navettage depuis	54.0	35.2	50	60
Différence de durée	16.4	21.0	15	30
Vous vous identifiez comme?				
Homme				
Navettage avant	38.9	41.5	33	45
Navettage depuis	56.4	42.7	50	75
Différence de durée	17.4	26.9	15	30
Femme				
Navettage avant	39.1	18.8	35	45
Navettage depuis	60.1	23.2	60	75
Différence de durée	21.1	22.4	20	35
Différence entre départ avant et depuis les travaux				
Pas de différence				
Navettage avant	37.8	16.7	35	45
Navettage depuis	51.1	24.1	45	60
Différence de durée	13.3	18.9	9	20
Départ plus tôt				
Navettage avant	38.8	39.5	30	45
Navettage depuis	63.6	39.3	60	75
Différence de durée	24.7	24.8	25	38
Départ plus tard				
Navettage avant	42.8	23.7	40	50
Navettage depuis	49.1	25.4	45	55
Différence de durée	5.7	31.5	5	15
Transfert modal				
Non				
Navettage avant	37.5	16.9	35	45
Navettage depuis	56.7	26.8	50	75
Différence de durée	19.3	23.8	15	30
Oui				
Navettage avant	46.1	69.2	30	50
Navettage depuis	65.5	58.9	60	70
Différence de durée	19.2	29.1	25	34
Choix de pont depuis la fermeture				
Tunnel L-H-La Fontaine				
Navettage avant	37.9	34.4	30	45
Navettage depuis	58.0	37.0	50	75
Différence de durée	20.1	24.0	15	33
Pont Jacques-Cartier				
Navettage avant	42.4	28.2	35	45
Navettage depuis	56.5	20.5	50	70
Différence de durée	14.1	33.2	18	30

Autres ponts				
Navettage avant	44.5	13.8	45	53
Navettage depuis	62.8	23.6	60	78
Différence de durée	18.3	19.0	18	30
Total				
Navettage avant	38.9	32.6	35	45
Navettage depuis	58.2	34.6	50	75
Différence de durée	19.3	24.8	15	32

Les impacts de la fermeture partielle du TLHL sur le navettage sont considérables, mais n'ont pas mené à des changements imposants d'habitudes de déplacement. Ceux qui ont pu le faire semblaient déjà avoir des temps de déplacement moins enviables (plus longs) avant les travaux. Parce que le navettage n'est pas entièrement un choix personnel – l'employeur peut établir des lignes directrices ou politiques sur l'heure d'arrivée, la présence au bureau et même le besoin de s'y présenter avec une voiture – les travailleurs n'ont pas tous le loisir de faire des changements importants à leurs déplacements. Comme la situation de fermeture est temporaire, peu de navetteurs ont décidé de changer radicalement l'organisation de leur vie – on l'observera plus tard dans (Tableau 26 et Tableau 27).

10.3 Variations entre les déplacements pour d'autres motifs avant et après la fermeture du TLHL

On peut s'attendre à ce que les travaux du TLHL aient aussi un impact sur toute sorte d'autres déplacements liés aux loisirs, magasinage et visites d'amis par exemple. Ce serait fort probablement le cas pour les travailleurs qui doivent déjà composer avec des contraintes liées au navettage.

Les déplacements vers le travail sont certes importants dans l'organisation de la vie d'un individu, mais ne sont pas les seuls déplacements menés par les membres d'un ménage. Les déplacements pour d'autres raisons peuvent avoir des caractéristiques complètement différentes. Pour ne pas nous fier entièrement aux déplacements de navettage pour analyser les impacts du TLHL, nous avons également demandé aux répondants de s'exprimer sur les déplacements les plus fréquents. Ainsi, plusieurs questions s'intéressent à identifier la raison principale et la fréquence des traversées. Parce que ce type de déplacement est moins fréquent, moins constant et donc potentiellement plus difficile à se remémorer, on a restreint les questions aux modes de transport et aux temps de déplacement. L'idée était d'obtenir ainsi un échantillon des types de déplacements autres que le travail qui peuvent être menés de façon récurrente. Il est à noter que les autres déplacements d'un travailleur qui doit déjà traverser le TLHL pour le travail sont probablement un peu différents de ce qu'ils seraient pour des personnes sans raison de traverser quotidiennement. La démarche nous permet tout du moins, pour la même personne, de mettre en comparaison les potentielles variations des temps de déplacements et des modes de transport. On cherche à évaluer comment des déplacements discrétionnaires (on a le choix de les faire) ont évolué depuis la fermeture partielle selon des paramètres similaires à notre analyse du navettage.

Tout comme pour le navettage, les questions portaient dans un premier temps sur le déplacement le plus fréquent passant par le TLHL avant sa fermeture partielle. Dans un deuxième temps, les questions portaient sur un déplacement nécessitant de traverser de la Rive-Sud à Montréal (ou inversement).

10.3.1 Motifs et fréquence

Aux questions, « Outre les déplacements pour le travail, quelle était la raison la plus fréquente pour un déplacement utilisant le TLHL? » et « À quelle fréquence faisiez-vous ce déplacement pour cette raison », les répondants ont répondu en moins grand nombre. La part de répondants ayant déclaré ne faire aucun déplacement pour d'autres raisons a augmenté depuis la fermeture partielle (Tableau 22). Avant la fermeture, 28% des répondants du nord du fleuve ne déclaraient aucun autre déplacement. Depuis, c'est 44%. Pour ceux de la Rive-Sud, c'est passé de 22% à 34%. Tant avant que depuis la fermeture partielle, les visites d'amis ou de parenté sont les activités les plus déclarées avec ensuite les loisirs, puis le magasinage. On constate que selon la direction du déplacement par rapport au lieu de résidence, les raisons varient aussi. Les déplacements pour le magasinage et les loisirs sont bien plus fréquents en direction nord étant donné le rôle de Montréal comme centre de la région métropolitaine.

Ces déplacements, plus faciles à éviter, l'ont effectivement été assez fréquemment. Mais même quand un répondant continue à mener le déplacement, la fréquence est souvent réduite de manière à éviter de faire des traversées superflues. Pour toutes les raisons où il y avait cinq observations ou plus avant, la part des déplacements fait une fois par semaine ou plus a réduit de façon considérable. Même les visites d'amis ou de parenté, qui est la raison la plus fréquemment sélectionnée par les répondants, ont réduit de 32% à 21% vers le sud et de 36% à 25% vers le nord.

Tableau 22 Déplacements les plus fréquents pour d'autres raisons que le travail, selon la raison

	Total Observations	Deux ou trois fois par mois ou moins % de la rangée	Une fois par semaine ou plus % de la rangée
Avant le début de la fermeture partielle			
Nord vers sud (n=57/80*)			
Magasinage, restauration	12	83.3	16.7
Loisir ou activités culturelles	5	20.0	80.0
Visite d'amis ou de parenté	38	68.4	31.6
Rendez-vous, Reconduire, autre	2		100.0
Sud vers nord (n=180/231*)			
Magasinage, restauration	25	56.0	44.0
Loisir ou activités culturelles	35	68.6	31.4
Visite d'amis ou de parenté	91	63.7	36.3
Rendez-vous, Reconduire, autre	10	60.0	40.0
Activité hors de la région métropolitaine (Ex. : chalet, tourisme, plein air)	19	78.9	21.1
Depuis le début de la fermeture partielle			
Nord vers sud (n=45/80*)			
Magasinage, restauration	2	50.0	50.0
Loisir ou activités culturelles	4	25.0	75.0
Visite d'amis ou de parenté	33	78.8	21.2
Rendez-vous, Reconduire, autre	5	80.0	20.0
Activité hors de la région métropolitaine (Ex. : chalet, tourisme, plein air)	1	100.0	
Sud vers nord (n=153/231*)			
Magasinage, restauration	12	75.0	25.0
Loisir ou activités culturelles	32	87.5	12.5
Visite d'amis ou de parenté	81	75.3	24.7
Rendez-vous, Reconduire, autre	15	73.3	26.7
Activité hors de la région métropolitaine (Ex. : chalet, tourisme, plein air)	13	84.6	15.4

* Les autres répondants ont déclaré n'avoir fait aucun déplacement pour d'autres motifs

10.3.2 Modes de transport utilisés et ponts

Comme pour le navettage, on s'est intéressé aux modes de transport utilisés. Parce que l'échantillon est trop petit pour s'intéresser plus particulièrement aux modes de transport pour chaque type de motifs, on procède comme pour le navettage à la comparaison simple des modes de transport avant et après les travaux, sachant que les motifs les plus fréquemment cités sont les visites d'amis et de parenté. Le Tableau 23 présente comment les autres déplacements, encore plus que le navettage, ont largement continué à être faits en auto solo. À la question : « Quel mode de transport avez-vous tendance à utiliser le plus souvent pour ce déplacement pour cette raison? (Pour UN seul déplacement) »,

on constate que les parts modales de l'automobile comme conducteur sont modestement passées de 94% à 93%. On note quand même qu'une fois les travaux débutés, c'est 7,5% des déplacements qui ont été menés en autobus, métro, train ou REM. Les utilisateurs des transports en commun ont donc très généralement continué d'utiliser leur automobile pour se rendre dans un stationnement incitatif.

Des 6.5% de transfert modal ayant eu lieu depuis la fermeture (des déplacements uniquement en automobile avant et l'usage de transport en commun ou de transport actifs depuis en remplacement ou en complément), le métro (4,5%), les autobus (2,5%) et la navette fluviale (2%) sont les modes les plus susceptibles d'être choisis pour remplacer ou compléter un déplacement automobile. Seule une faible proportion des utilisateurs ont donc pris la décision de changer de mode de transport. Les conducteurs automobiles sont passés de 94,1% avant à 92,5% depuis la fermeture partielle. Comme le mentionnent des répondants dans les questions ouvertes, la question des horaires de bus défavorables à leur usage pour autre chose que des déplacements en heures de pointe œuvre particulièrement en défaveur d'un transfert vers d'autres modes de transport. Parce que les déplacements pour d'autres motifs sont moins fréquents et moins stables que le navettage, nous avons décidé de ne pas demander les heures de départ.

Ces déplacements pour d'autres motifs peuvent tout du moins en partie être plus flexibles, notamment en termes d'heures de départ (par exemple les visites familiales) et de destination (par exemple les loisirs choisis ou les destinations de magasinage). Si les utilisateurs ont changé de mode de transport à une moindre fréquence, leur flexibilité s'est exprimée par d'autres stratégies. Leur plus grand maintien de l'automobile s'est traduit par un plus grand usage d'autres ponts de la région (40%), majoritairement le pont Jacques-Cartier (22%) (Tableau 24). Encore une fois, les résidents se dirigeant vers le sud ont plus fréquemment favorisé l'usage de ponts alternatifs. Près de 29% d'entre eux ont utilisé le pont Jacques-Cartier, et 9% les autres ponts. Ce maintien de l'automobile accompagné de changements de ponts s'explique fort probablement par le choix de se déplacer pour des raisons pour lesquelles les modes de transport alternatifs ont une moins bonne couverture spatiale ou temporelle.

Tableau 23 Variations dans les modes de transport utilisés pour d'autres déplacements (n=237 avant et n=199 depuis)

	Usages déclarés	
	Avant les travaux %	Depuis les travaux %
Auto conducteur	94.1	92.5
Auto passager	19.8	18.1
Autobus	-	2.5
REM	-	1.0
Métro	0.8	4.5
Moto	1.7	1.5
Vélo (électrique ou traditionnel)	-	1.5
Marche	-	1.5
Navette fluviale	-	2.0
Tout transport en commun	0.8	7.0
Tout motorisé	100.0	96.5
Tout transport actif	-	3.0
Multimodal	0.8	4.0
Transfert modal	-	6.5

Parce que les répondants peuvent déclarer plus d'un mode à la fois, les totaux n'égalent pas 100%.

Tableau 24 Part des autres déplacements sur le TLHL et les autres ponts depuis la fermeture partielle (n=197)

	Direction des déplacements		
	Nord vers sud % par colonne	Sud vers nord % par colonne	Total % par colonne
Autres déplacements depuis			
Tunnel L-H-La Fontaine	62.2	59.9	60.4
Pont Jacques-Cartier	28.9	20.4	22.3
Autres ponts	8.9	19.7	17.3
Total	100.0	100.0	100.0

Autres : Autres ponts vers la Rive-Sud.

10.3.3 Temps de déplacement

En conséquence de variations dans les raisons, fréquences de déplacement, modes de transport et choix de ponts, les temps de déplacement ont aussi pu évoluer. Un graphique similaire à celui présenté dans la section précédente sur le navettage compare les temps de déplacement avant et après la fermeture partielle du TLHL. On peut constater, toutes raisons de déplacements confondues, que les temps de déplacement médians et pour le 75^e percentile sont légèrement plus élevés que ceux pour le navettage dans la période avant la fermeture partielle (Figure 49). Dans le cas des autres déplacements, les augmentations de temps de déplacement semblent similaires, mais les deux courbes sont davantage parallèles : le phénomène de variation des temps de déplacement plus grands au fur et à mesure que le déplacement initial s'allonge est moins visible. Cela correspond probablement aux limites de temps que les

répondants s'imposent plus facilement pour des déplacements discrétionnaires. Passé un certain seuil, le déplacement est probablement évité.

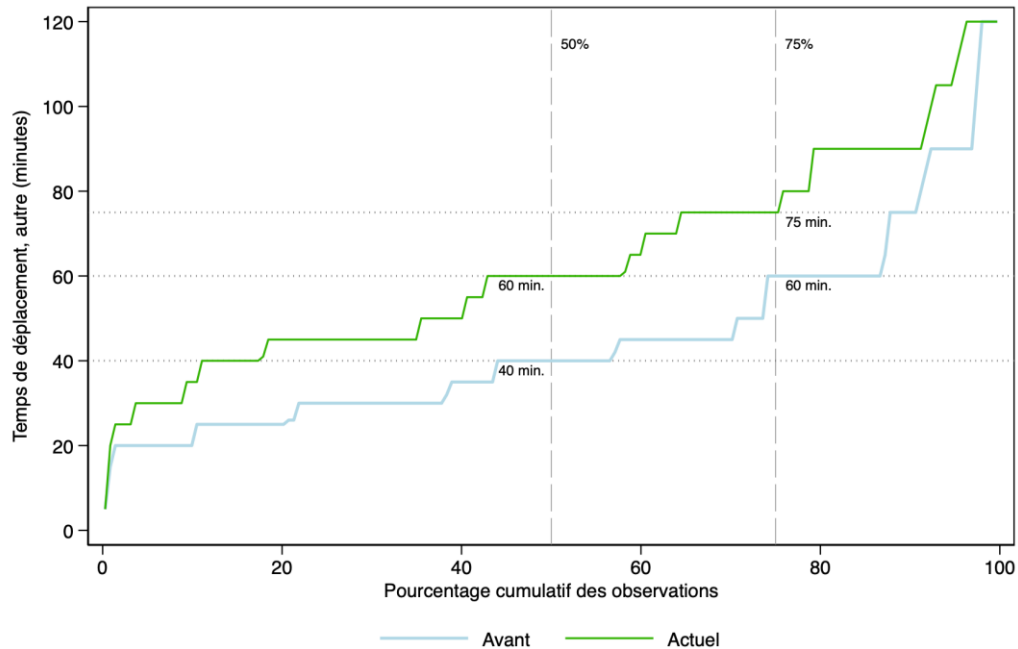


Figure 49 Pourcentage cumulé des temps de déplacement pour autres motifs avant et après le début des travaux (observations <95° percentile)

Comme on l'a fait pour le navettage, la Figure 50 présente la relation entre les temps de déplacement avant et depuis la fermeture partielle pour les autres déplacements. On peut y constater que les deux courbes, maintien des déplacements en voiture, et transfert modal vers le transport en commun, ne suivent pas en parallèle la ligne d'égalité des déplacements. Les déplacements plus courts ont des augmentations importantes, et les déplacements plus longs avant ont tendance à moins augmenter, voire en moyenne, à diminuer. Selon les courbes, à 40 minutes avant la fermeture, le nouveau déplacement serait de 60 minutes pour les automobilistes et d'environ 45 minutes pour ceux ayant fait un transfert modal. À 80 minutes initialement, le déplacement des automobilistes resterait à peu près le même, et pourrait diminuer à 60 minutes pour les répondants ayant fait un transfert modal.

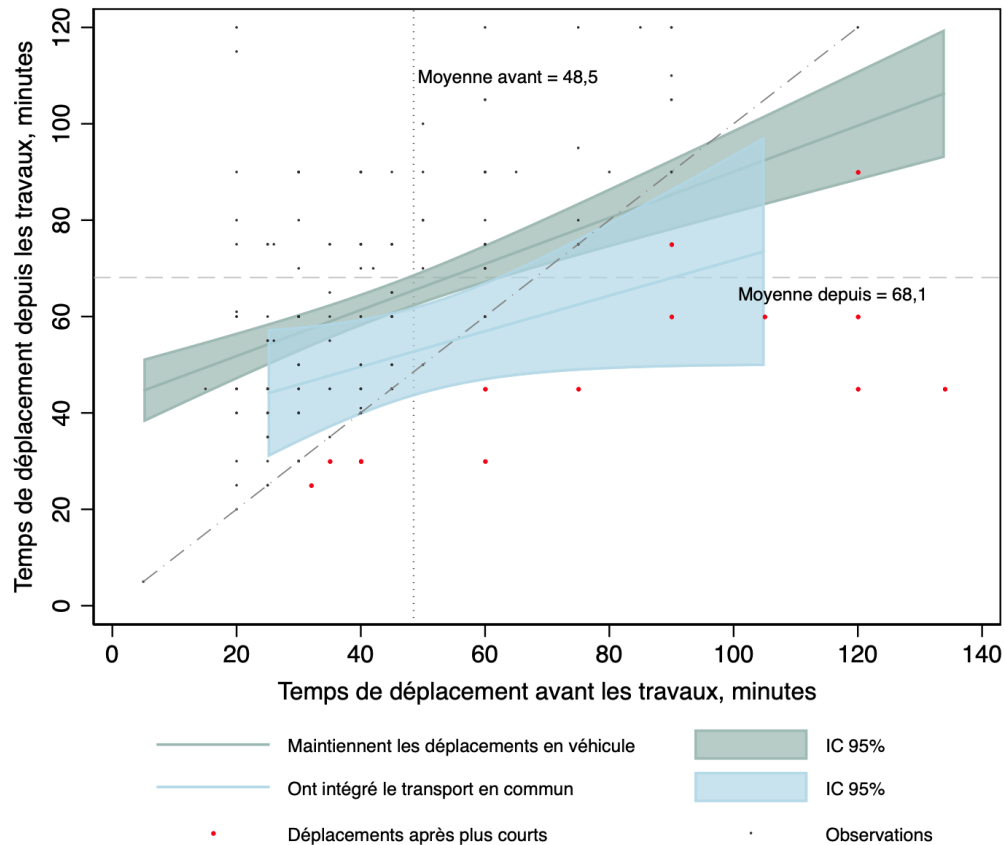


Figure 50 Relation entre les temps de déplacement pour autres motifs avant et après le début des travaux

Le prochain tableau présente ces temps de déplacement avant et depuis la fermeture partielle du TLHL ainsi que les variations de temps de déplacement pour d'autres motifs de déplacement, et ce, pour différents groupes (Tableau 25). On y constate que les déplacements du nord vers le sud, faits par des hommes, n'ayant pas fait de transfert modal et maintenant l'usage du TLHL ont subi des augmentations plus importantes de durée que leurs contreparties. Les déplacements du sud vers le nord, tout du moins ceux du matin, ont augmenté par exemple de 15 minutes contre 26 minutes pour leur contrepartie.

Le tableau révèle aussi que les changements de ponts n'ont pas eu l'effet d'augmenter le temps de déplacement, car ils ont été adoptés par des répondants qui avaient déjà des temps de déplacement plus longs avant les travaux. L'augmentation a donc été moins importante en fonction du temps total de navettage. On peut s'imaginer que ces utilisateurs, tant du transport en commun que des autres ponts, se dirigeaient plus souvent vers des destinations en direction de l'ouest ou du centre-ville de Montréal.

Tableau 25 Temps de déplacement avant et depuis les travaux et différence de temps (minutes) pour différents groupes

	Moyenne	Écart- type	Médiane	75e percentile
Direction des déplacements				
Nord vers sud				
Autres déplacements avant	41.2	22.3	35	45
Autres déplacements depuis	71.4	25.5	70	90
Différence de durée	26.0	21.5	27	43
Sud vers nord				
Autres déplacements avant	50.8	38.1	40	60
Autres déplacements depuis	67.1	38.2	60	75
Différence de durée	14.5	33.6	15	30
Vous vous identifiez comme?				
Homme				
Autres déplacements avant	49.8	39.3	40	55
Autres déplacements depuis	69.9	43.2	60	90
Différence de durée	18.2	35.4	20	30
Femme				
Autres déplacements avant	47.4	31.2	40	60
Autres déplacements depuis	66.6	28.2	60	80
Différence de durée	16.4	28.2	15	30
Transfert modal				
Non				
Autres déplacements avant	51.6	38.4	40	60
Autres déplacements depuis	69.3	36.4	60	90
Différence de durée	18.2	32.0	20	30
Oui				
Autres déplacements avant	47.9	24.1	40	60
Autres déplacements depuis	50.8	17.6	45	60
Différence de durée	2.9	20.1	0	5
Choix de pont depuis la fermeture				
Tunnel L-H-La Fontaine				
Autres déplacements avant	47.4	32.2	40	60
Autres déplacements depuis	71.3	38.1	60	90
Différence de durée	24.0	26.2	20	35
Pont Jacques-Cartier				
Autres déplacements avant	54.2	45.8	40	60
Autres déplacements depuis	63.4	32.0	55	75
Différence de durée	9.3	39.1	15	30
Autres ponts				
Autres déplacements avant	57.4	27.1	45	90
Autres déplacements depuis	60.5	27.5	60	75
Différence de durée	4.8	26.7	8	18
Total				
Autres déplacements avant	50.5	35.1	40	60
Autres déplacements depuis	67.7	35.3	60	80
Différence de durée	17.8	30.6	20	30

Si les valeurs sont différentes pour les déplacements de navettage et les autres déplacements, les tendances types que l'on observe sont similaires. Les déplacements ont augmenté en moyenne d'une vingtaine de minutes, et ces augmentations sont plus faibles lorsque les répondants ont changé de mode de

transport, de pont ou d'heure de départ. Les déplacements en direction de la Rive-Sud ont de moins grandes variations en général parce que les données ont été accumulées pour le déplacement du matin. Comme on le verra plus tard au travers des commentaires des résidents de la Rive-Sud, ce sont les déplacements de retour vers le sud en soirée qui ont été particulièrement allongés par la fermeture partielle.

10.3.4 Sommaire des changements

Finalement, dans un esprit de vérification, une approche alternative est de demander aux gens à quel point leurs habitudes de déplacement ont changé en réponse au début des travaux sur le TLHL. À la question : « En réponse à la fermeture partielle du TLHL, avez-vous changé vos habitudes de déplacement [vers le travail] [l'ensemble de vos autres déplacements], et si oui, de quelle(s) façon(s)? ». Le Tableau 26 montre qu'en général, ce sont les changements d'horaire pour le navettage et la réduction de fréquence pour les autres motifs qui sont les plus fréquemment choisis pour composer avec la situation. Avec le télétravail, une partie des travailleurs ont pu réduire la fréquence de leurs déplacements de navettage. Pour les autres motifs, c'est la réduction de fréquence ou l'évitement des déplacements qui traversent le fleuve qui est choisi. Les distinctions entre les adaptations aux déplacements vers le travail et à ceux pour d'autres motifs présentent ainsi des stratégies fort variées.

Concernant les déplacements vers le travail, l'évitement des déplacements, les changements de lieu de travail et de modes de transport sont les moins fréquemment choisis. Il est en fait surprenant de voir à quel point changer de mode de transport est aussi peu fréquent que de choisir des options bien plus bouleversantes comme le changement d'un lieu de travail. C'est particulièrement remarquable lorsque l'on observe les pourcentages en fonction de la direction des déplacements : seul 1.3% des travailleurs se déplaçant vers le sud ont changé de mode de transport vers le travail. Cela met en perspective le changement d'emploi, qui est faible, mais toutefois plus populaire pour les travailleurs en direction nord (3,5%).

Les différences entre les répondants selon la direction des déplacements sont soit quasi inexistantes, soit considérables, selon le type de changement d'habitude. Comme on l'a dit, c'est par exemple le cas pour les lieux de travail et le choix d'un mode de transport. On peut voir clairement que les travailleurs se dirigeant vers le sud ont plus facilement été capables de changer de lieu de travail (cela peut comprendre les changements de compagnie ou travailler dans un même bureau de la même compagnie, 20%), alors que ceux se dirigeant vers le nord ont déclaré des changements de modes de transport du même ordre (21,6%). Tout porte à croire que les options alternatives de transport étaient mieux orientées vers les travailleurs résidant sur la Rive-Sud et que la disponibilité d'emplois alternatifs sur l'île est plus présente pour les travailleurs faisant la navette vers le sud. La réduction de fréquence de navettage est également plus prisée pour les travailleurs se dirigeant vers le nord, alors que les changements de trajet le sont plus pour ceux se dirigeant vers le sud. Les changements d'horaire de déplacement sont les plus fréquemment choisis, peu importe la direction.

Concernant les déplacements pour d'autres motifs, le changement de mode est plus populaire pour les déplacements direction nord, mais la différence est bien moins importante. On passe de 1,9 à 3,3% selon la direction. La réduction de la fréquence des déplacements pour d'autres motifs est de loin l'approche la plus favorisée (56,3%).

Au total, c'est entre 15 et 21% des répondants qui déclarent n'avoir changé leurs déplacements d'aucune manière selon le motif et la direction du déplacement. Déployer une variété de stratégies en alternance ou de façon conjointe est toutefois assez commun. Selon la Figure 51, pour les deux types de déplacement, les répondants ont sélectionné jusqu'à 10 différents changements d'habitudes avec en moyenne 1,3 changement pour le travail, 1,6 pour les déplacements pour d'autres motifs, et 3 pour l'ensemble des changements potentiels. C'est près de 40% des répondants qui ont déclaré au moins deux changements d'habitudes pour le navettage et les autres déplacements. Le cumul de stratégies semble plus fréquent pour les autres déplacements.

Tableau 26 Changements d'habitudes déclaré vers le travail et pour d'autres motifs depuis la fermeture du TLHL

	Direction des déplacements		
	Nord vers sud %	Sud vers nord %	Total %
Navettage			
J'ai réduit la fréquence de mes déplacements traversant le fleuve (télétravail)	21.3	33.3	30.2
J'ai changé de lieu de travail pour éviter de traverser le fleuve	20.0	3.5	7.7
J'ai changé de mode de transport	1.3	21.6	16.4
J'ai changé mes horaires de déplacement (par exemple, quitter plus tôt le matin)	46.3	46.8	46.6
J'ai changé de trajet (par exemple, utiliser un autre pont ou passage)	30.0	22.1	24.1
J'évite de faire tout déplacement qui traverse le fleuve	8.8	9.1	9.0
Je n'ai pas changé mes habitudes	20.0	21.2	20.9
Au moins un changement d'habitude déclaré	83.8	81.0	81.7
Autres déplacements			
J'ai réduit la fréquence de mes déplacements traversant le fleuve	55.0	56.7	56.3
J'ai changé de destination pour éviter de traverser le fleuve	15.0	17.7	17.0
J'ai parfois changé de mode de transport	1.3	6.9	5.5
J'ai généralement changé de mode de transport	1.3	3.9	3.2
J'ai changé mes horaires de déplacement	20.0	20.8	20.6
J'ai changé de trajet (par exemple, utiliser un autre pont ou passage)	25.0	29.9	28.6
J'évite de faire tout déplacement qui traverse le fleuve	31.3	30.3	30.5
Je n'ai pas changé mes habitudes	17.5	15.6	16.1

*Parce que les répondants peuvent cocher plus d'une réponse, les totaux pour le navettage et pour les autres déplacements n'égalent pas 100%

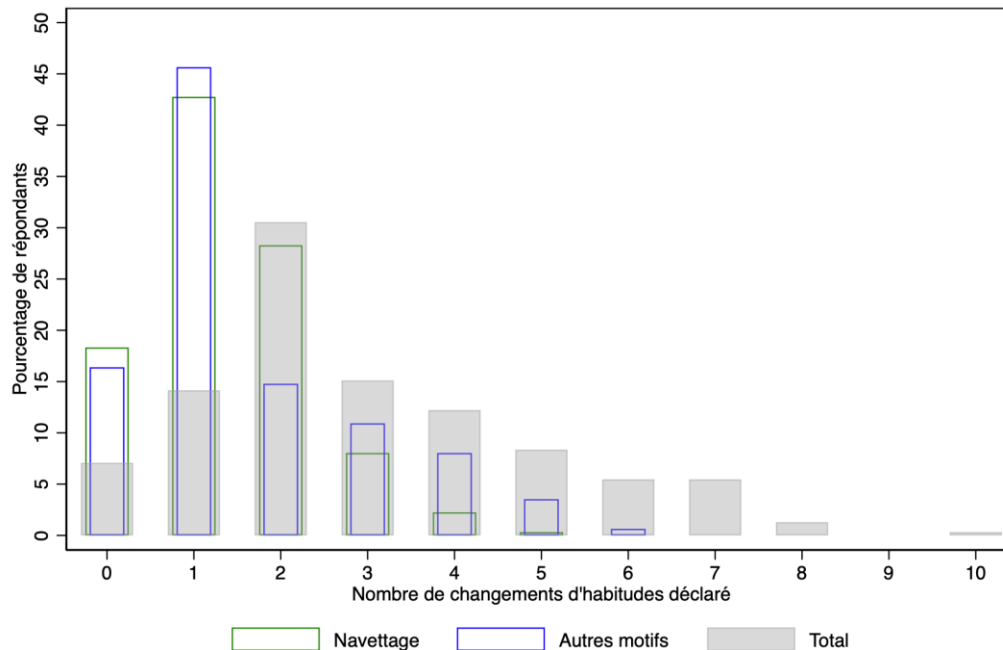


Figure 51 Sommes des changements d'habitudes liés aux travaux

Des changements plus drastiques pourraient avoir été pris par les répondants pour s'adapter à la congestion liée aux travaux du TLHL. Une semaine avant la fermeture du TLHL, des médias comme TVA titraient déjà « Travaux au pont-tunnel: des employés changent d'emploi pour éviter le trafic »²¹ pour clarifier dans les premières phrases de l'article que « plusieurs employés *songent* à changer d'emplois ». Nous avons donc inclus une question tentant d'évaluer à quel point d'autres changements majeurs dans l'organisation des ménages ont pu être menés par les répondants pour éviter les impacts de la fermeture partielle. Bien que des utilisateurs aient pu quitter la région et ne pas se sentir concernés ou même ne pas avoir été rejoints par le lancement de l'enquête, cette question peut nous donner un estimé conservateur des actions plus draconiennes prises par certains ménages deux ans après le début des fermetures partielles du TLHL.

Si 86% des répondants déclarent que les changements sont entièrement attribuables aux travaux du TLHL, on note que respectivement 4 et 8% des répondants ont procédé à des déménagements et des changements de lieu de travail (Tableau 27). Avec respectivement près de 9% et 17%, ces mêmes changements ont particulièrement eu lieu pour les répondants du nord du fleuve travaillant sur la Rive-Sud. Les déménagements plus élevés pour les résidents du nord du fleuve s'expliquent possiblement dans la mouvance de l'éloignement des centres urbains liés à la pandémie. La plus grande disponibilité d'emplois alternatifs à Montréal explique possiblement les plus fréquents changements d'emplois, encouragés par la volonté d'éviter les traversées du fleuve. Quant au nouvel horaire de travail, il pourrait témoigner de la réponse de certains

²¹ « Travaux au pont-tunnel: des employés changent d'emploi pour éviter le trafic » <https://www.tvanouvelles.ca/2022/10/24/travaux-au-pont-tunnel-des-employes-changent-demploi-pour-eviter-le-traffic> , 24 octobre 2022.

employeurs aux appels du MTMD à aider leurs employés à s'adapter aux travaux.

Les changements d'emplois documentés ici sont notables, mais pas aussi élevés que ce qui est répertorié dans certains médias. Par exemple, Le Devoir rapportait en mars 2025 que : « Le nombre annuel de démissions d'enseignants au Centre de services scolaire de la Pointe-de-l'Île (CSSPI), dans l'est de Montréal, a augmenté de plus de 30 % depuis la fermeture partielle du [TLHL] »²². Nos données ne nous permettent pas d'explorer les variations dans ces changements selon une classification d'emploi.

Tableau 27 Autres éléments de la vie qui pourraient expliquer les changements de comportement* (n=311)

	Direction des déplacements		Total %
	Nord vers sud %	Sud vers nord %	
Les changements sont ENTIÈREMENT attribuables aux travaux du tunnel	79.3	88.3	86.0
Nouveau-né dans mon ménage	1.7	2.5	2.3
Déménagement	8.6	2.5	4.1
Changement du lieu d'emploi	17.2	4.9	8.1
Nouvel horaire de travail	10.3	11.7	11.3

* La retraite est mentionnée sept fois et le télétravail deux fois comme « autre » raison. Plus d'une réponse peut être sélectionnée. Les pourcentages ne totalisent pas 100%.

10.4 Usage et appréciation des mesures d'atténuation des impacts

Bien que les autres ponts se proposaient en option de rechange pour la traversée du fleuve, les volumes normaux de ces ponts en période de pointe limitent probablement leur habilité à absorber les volumes importants de circulation soutirés au TLHL. Le MTMD, dans l'esprit de sa mission de promotion de la mobilité durable, a voulu offrir une série de mesures d'atténuation aux automobilistes traversant habituellement le TLHL. Ces mesures se concentrent particulièrement sur la promotion du transport en commun comme alternative et ont inclus des navettes gratuites de traversée du fleuve. Ce type de mesure pourrait, et c'est l'objectif, favoriser la découverte de moyen de transport alternatif et perpétuer leur usage après la fin des entraves liées aux travaux. Parce que ces mesures ont des coûts et impliquent des efforts de planification, il est important de comprendre leurs impacts respectifs pour bonifier ces approches lors de futurs travaux de réfection.

Pour mieux comprendre l'usage des mesures d'atténuation, l'enquête posait aux répondants la question suivante : « Le MTMD a déployé des mesures d'atténuation des impacts pour permettre aux utilisateurs de s'adapter durant la fermeture partielle du TLHL. Laquelle ou lesquelles avez-vous utilisées? ». Probablement que l'attachement à l'automobile et l'insuffisance perçue des mesures comme alternatives viables au navettage en automobile amènent 69%

²² « Quand des travaux routiers poussent des enseignants à démissionner » <https://www.ledevoir.com/societe/education/852481/quand-travaux-routiers-poussent-enseignants-demissionner>, 7 mars 2025.

des répondants à déclarer ne pas avoir utilisé ces mesures – presque 88% pour les résidents du nord du fleuve (Tableau 28). Une troisième raison est probablement liée aux défaillances perçues du MTMD dans la communication des mesures disponibles pourtant effectuée à travers d'une variété de canaux, dont les sites web, médias sociaux et médias traditionnels. C'est en effet près de 5% des répondants, et plus de 7% de ceux résidant au nord du fleuve qui déclarent ne pas avoir été mis au fait des mesures d'atténuation. Les divergences notables entre les répondants résidant au nord et au sud du fleuve sont certainement en partie liées aux types de mesures et à la plus grande facilité de rejoindre des centres d'emplois et points de contact avec le réseau de transport en commun sur l'île. La combinaison probable de l'usage de stationnement incitatif (25%) et de navettes d'autobus gratuites (32%) pour les répondants résidant au sud du fleuve sont de loin les mesures les plus utilisées, probablement parce qu'elle permet de connecter les résidences au réseau de transport en commun par automobile et que les utilisateurs peuvent ainsi compléter un déplacement plus un peu plus long, mais en contrepartie moins coûteux. La faible fréquence d'usage des services additionnels est potentiellement liée à la méconnaissance initiale du réseau et de ses fréquences de service. En effet, comment reconnaître l'augmentation de service sur certaines lignes lorsque l'on n'utilise généralement pas le transport en commun? Une option récente dans le portrait des déplacements interrives, la navette fluviale, est déclarée par près de 10% des répondants, ce qui semble attester de l'intérêt croissant de cette mesure de mobilité dans la région et sa capacité de remplacer des déplacements automobiles. Si l'ensemble de ces mesures pour les résidents du nord du fleuve ont des taux d'usage représentant une fraction de ceux du sud, il est notable (malgré le faible nombre de répondants pour cette option) de mentionner que les résidents du nord du fleuve sont presque deux fois plus à même d'utiliser le covoiturage, une mesure potentiellement plus efficace pour les mener jusqu'à leur destination finale au sud du fleuve. L'ensemble de ces résultats suggère que les mesures d'atténuation ont eu plus de succès à rejoindre les résidents du sud du fleuve.

Tableau 28 Usage des mesures d'atténuation (n=311)

	Direction des déplacements		Total %
	Nord vers sud %	Sud vers nord %	
Je n'ai utilisé aucune mesure	87.5	62.3	68.8
Je ne savais pas que le MTMD avait déployé des mesures d'atténuation des impacts	7.5	3.9	4.8
Stationnement incitatif	2.5	24.7	19.0
Programme de covoiturage	2.5	1.3	1.6
Navette d'autobus gratuite (520, 532, 461, 462 et 61)	2.5	31.6	24.1
Fréquence de service additionnelle sur certaines lignes	0.0	1.7	1.3
Navette fluviale	3.8	9.5	8.0

Note : Plus d'une réponse peut être sélectionnée. Les pourcentages ne totalisent pas 100%.

Bien que l'adoption des mesures d'atténuation soit généralement faible, le Tableau 29 démontre que les utilisateurs de ces mesures sont généralement assez satisfaits. On constate que c'est particulièrement le cas pour les

stationnements incitatifs, et dans une moindre mesure les navettes d'autobus gratuites. Le nombre de répondants côté nord est trop faible pour tirer des conclusions sur leur niveau de satisfaction.

Tableau 29 Satisfaction par rapport aux mesures d'atténuation si usage, échantillon variable

	Direction des déplacements			
	Nord vers sud		Sud vers nord	
	Usagers	Moyenne	Usagers	Moyenne
Stationnement incitatif	4	3.5	64	1.6
Programme de covoiturage	3	2.7	7	3.6
Navette d'autobus gratuites (520, 532, 461, 462 et 61)	4	3.8	74	2.2
Fréquence de service additionnelle sur certaines lignes	1	3.0	29	2.5
Navette fluviale	4	2.3	30	2.5

Note : La moyenne est calculée sur une échelle de 1 à 5 (1= Très satisfait et 5= Très insatisfait).

Une valeur plus faible indique un plus haut niveau de satisfaction.

À noter que dans un monde idéal, on pourrait évaluer à quel point certaines lignes spécifiques de transport en commun ont été plus populaires et la différence de popularité entre les lignes gratuites et les lignes payantes. L'échantillon trop faible ne permet pas ici d'atteindre ce niveau de détail.

10.5 Attentes par rapport aux déplacements futurs

La question suivante permet de s'intéresser aux perceptions par rapport aux intentions post-travaux :

« Le tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine (TLHL) sera complètement rouvert à la circulation au terme des travaux de réfection. Par rapport à vos déplacements ACTUELS vers le travail, que pensez-vous faire APRÈS la réouverture? »

Dans le Tableau 30, la majorité, 58% pensent revenir aux habitudes d'avant la fermeture. Le 42% restant et prévoyant maintenir les habitudes actuelles prévoit généralement des changements dans les heures de départ et la fréquence des déplacements. Changer de ponts et changer de mode de transport sont les solutions les moins envisagées (environ 3% chacun) et une augmentation de fréquence des déplacements interrives est envisagée par 16 % de la population. Un retour plus fréquent au bureau est envisagé par près de 10% des répondants alors qu'un maintien du télétravail à long terme est envisagé par 11% des répondants. Le maintien des habitudes actuelles et les changements de modes et de ponts sont légèrement plus élevés chez les répondants de la Rive-Sud, ce qui suggère que les effets sur les choix de déplacements des répondants de la Rive-Sud auront potentiellement été altérés à long terme de façon plus importante.

Pour les autres raisons de déplacement, le retour aux habitudes d'avant la fermeture partielle du TLHL obtient un appui plus important (63% dans l'ensemble, 69% pour les déplacements en direction sud), mais les patrons

d'importance des situations envisagées demeurent similaires. Les changements de ponts et de modes de transport sont toujours les moins envisagés, mais marquent tout de même une légère rupture. C'est plus de 5% des répondants faisant des déplacements vers le sud qui déclarent envisager utiliser d'autres modes de transport. Malgré sa durée et les mesures d'atténuation permettant aux automobilistes du TLHL de faire l'expérience de l'usage d'autres modes de transport, la fermeture partielle n'aura pas transformé de façon majeure les habitudes de déplacement des répondants, tout du moins en ce qui concerne les parts modales. Les mesures présentées dans la section précédente auront eu certains effets, mais ne semblent pas avoir fourni une option durable et enviable aux automobilistes pour l'accès au travail. Des infrastructures de transport en commun plus conséquentes (en ce qui concerne la capacité, la fréquence de service et la diversité des destinations) ou des engagements de maintien des services existants et de la gratuité de certaines lignes de transport en commun auraient peut-être pu avoir cet impact. Mais l'état actuel des alternatives ne semble pas avoir convaincu une part notable des répondants.

Tableau 30 Intentions de navettage (n=311) et d'autres déplacements que le navettage (n=231) une fois les travaux terminés

	Direction des déplacements		Total %
	Nord vers sud %	Sud vers nord %	
Navettage (n=311)			
Revenir à mes habitudes d'avant la fermeture partielle du TLHL	62.5	55.8	57.6
Maintenir mes déplacements actuels entre la Rive-Sud et Montréal	30.0	46.8	42.4
Augmenter mes déplacements entre la Rive-Sud et Montréal	18.8	14.7	15.8
Traverser le fleuve par d'autres ponts	1.3	3.9	3.2
Traverser le fleuve par d'autres modes de transport	1.3	3.0	2.6
Faire moins de télétravail qu'actuellement	8.8	10.0	9.6
Faire autant ou plus de télétravail qu'actuellement	7.5	12.1	10.9
Autres déplacements (n=231)			
Revenir à mes habitudes d'avant la fermeture partielle du TLHL	69.1	60.8	62.8
Maintenir mes déplacements actuels entre la Rive-Sud et Montréal	20.0	30.7	28.1
Augmenter mes déplacements entre la Rive-Sud et Montréal	21.8	22.7	22.5
Traverser le fleuve par d'autres ponts	3.6	3.4	3.5
Traverser le fleuve par d'autres modes de transport	5.5	2.3	3.0

* Note : Plus d'une réponse peut être sélectionnée. Les pourcentages ne totalisent pas 100%.

10.6 Perceptions par rapport aux actions pouvant être prises par les autorités pour gérer la congestion

Pour amener les répondants à réfléchir aux actions potentielles des gouvernements pour gérer la congestion, une question s'est intéressée aux différentes options auxquelles le gouvernement fait face. Les répondants devaient exprimer leur niveau d'accord avec une série d'éléments selon la question suivante : « L'augmentation de la capacité routière (nouvelles routes, élargissements de routes) requiert des dépenses publiques importantes. La réfection d'infrastructures existantes aussi. Comment les pouvoirs publics devraient, selon vous, répondre aux problèmes de congestion des ponts à Montréal? » La Figure 52 présente les niveaux d'accord sur une échelle de 5 points. En ordre d'appui, le télétravail, les investissements dans les routes et ponts et les investissements dans le transport en commun sont les mesures les plus appuyées par les répondants. L'inaction, laisser les niveaux de congestion influencer les choix des automobilistes est l'action qui a obtenu le plus haut niveau de désaccord, et l'achat en ligne comme mesure de réduction des déplacements recueille le plus haut taux d'indifférence.

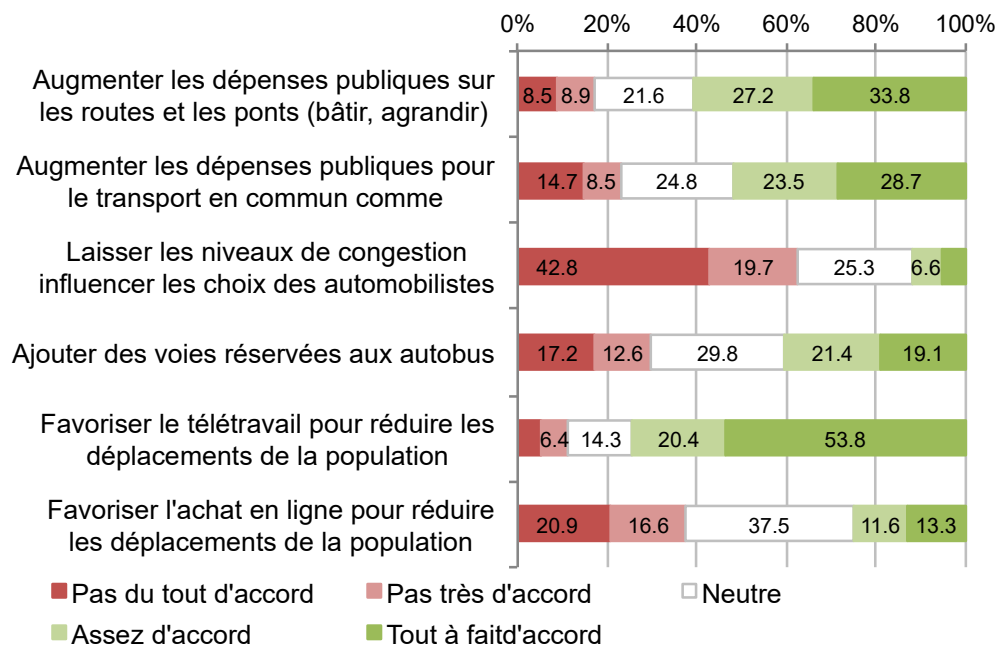


Figure 52 Comment les pouvoirs publics devraient, selon vous, répondre aux problèmes de congestion des ponts à Montréal?

Parce que ces réponses peuvent changer selon la situation d'un répondant, selon les choix d'adaptation que cette personne a prise, la Figure 53 présente les réponses aux mêmes questions en fonction de groupes sélectionnés. On s'est intéressé aux hommes, aux femmes, aux répondants ayant effectué un certain transfert modal pour le navettage et à ceux qui, malgré la fermeture partielle du TLHL, n'ont pas vécu d'augmentation de temps de déplacement pour le navettage. Si l'ordre de priorités demeure sensiblement le même (télétravail plus favorisé, statu quo défavorisé et plus grande neutralité à l'achat en ligne), certains résultats méritent un commentaire. L'augmentation des dépenses publiques sur les routes et le rejet du statu quo sur la congestion sont légèrement plus élevés chez les hommes. Chez les femmes, l'adoption plus massive du télétravail obtient un support légèrement plus haut alors que de laisser la congestion telle que celle génère plus d'indifférence.

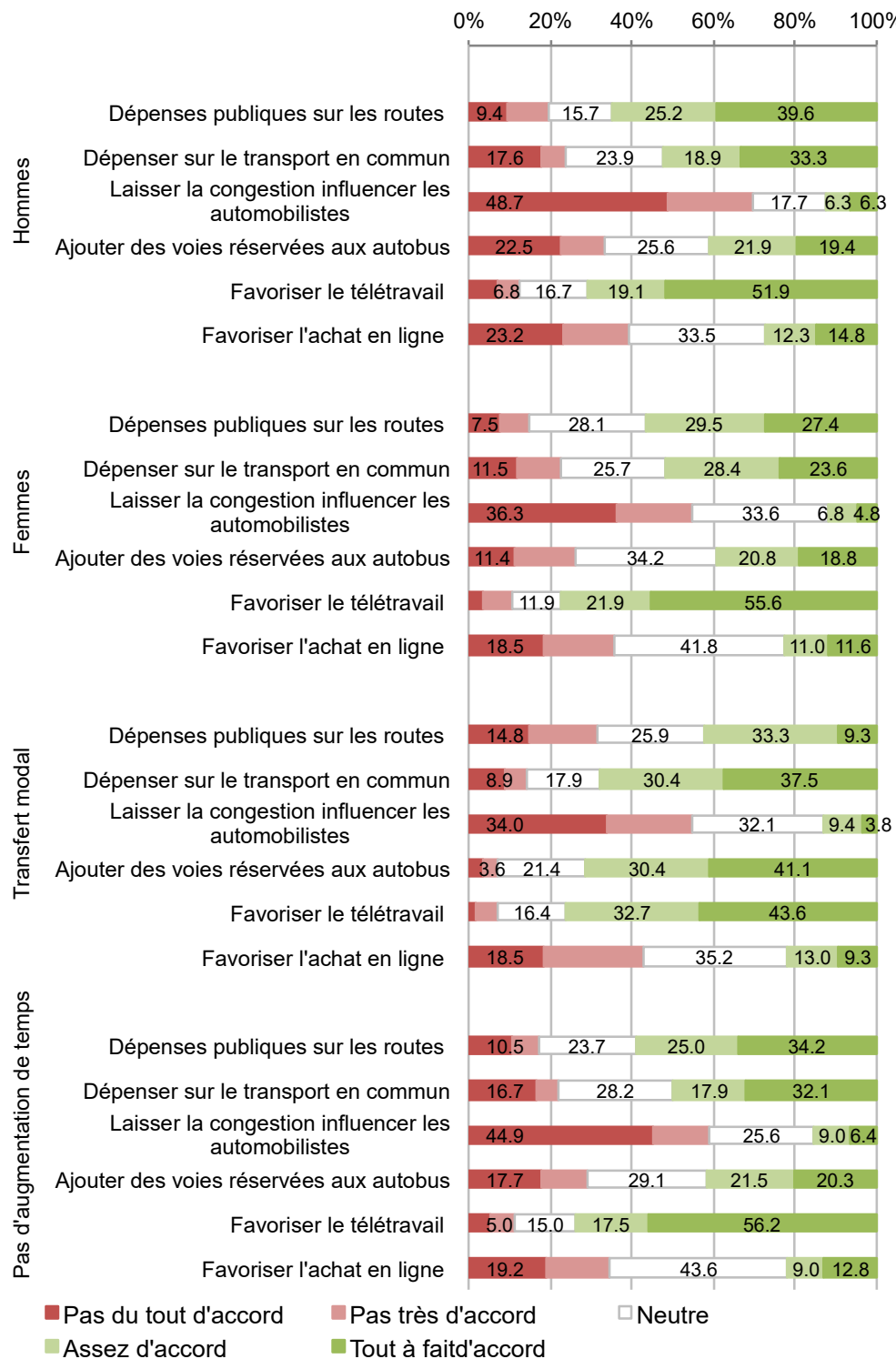


Figure 53 Réponses favorisées aux problèmes de congestion des ponts à Montréal par groupes de répondants

Deux autres groupes ont été identifiés pour leurs positions potentiellement distinctes. Les répondants ayant effectué un transfert modal (vers le transport en commun ou le transport actif) pour le navettage depuis la fermeture partielle

(n=55, 18%) et ceux n'ayant pas vécu d'augmentation de temps de navettage malgré la fermeture partielle (n=79, 26%). De façon cohérente avec leurs choix de changer de mode transport pour s'adapter, les répondants ayant effectués un transfert modal pour le navettage (et on l'a vu plutôt, majoritairement vers le transport en commun), appuie beaucoup plus fortement l'augmentation des dépenses pour le transport en commun et l'ajout de voies réservées aux autobus. Sachant que ces répondants traversaient précédemment le TLHL en automobile, ces résultats démontrent que des automobilistes, une fois exposés au transport en commun, peuvent y voir des avantages et se mettre à appuyer l'investissement dans ces modes alternatifs à l'automobile. Leur appui pour les dépenses publiques sur les routes est plus mitigé et l'ouverture à un laisser-faire par rapport à la congestion est légèrement plus élevée. Le télétravail comme solution à la congestion récolte toujours un appui important, mais considérablement moins que les autres groupes ou la moyenne de la population.

Pour les répondants n'ayant pas vécu d'augmentation de temps de navettage malgré la fermeture partielle (temps de déplacement réduits ou inchangés) les résultats sont plus cohérents avec ceux de l'ensemble de la population à l'étude, mais l'appui aux investissements en transport en commun est légèrement plus important de même que l'appui au télétravail. L'indifférence par rapport à l'achat en ligne est au plus élevé. On pourrait reproduire ces comparaisons sur plus de groupes, mais les tailles d'échantillon limitées nous suggèrent d'éviter cette démarche. On conclut toutefois de la démarche que parmi une population de répondants ayant tous en commun l'usage préalable de l'automobile pour le navettage par le TLHL, les postures sont variées par rapport aux solutions plus générales qui devraient être mises en place. L'idée d'un statu quo, laissez la congestion influencer les choix des automobilistes, recueille systématiquement les plus hauts taux de désaccord. Il est surprenant de constater que les solutions technologiques, le télétravail et l'achat en ligne sont chacun aux opposés en matière de niveau d'accord par les répondants. Pour une population d'automobilistes qui a majoritairement maintenu l'usage de l'automobile malgré une congestion plus importante et des temps de déplacements allongés, il est également surprenant de constater à quel point le niveau d'accord sur les dépenses en transport en commun suit de si près celui des dépenses sur les routes.

10.7 Dans les mots des répondants : exploration des questions ouvertes

À la fin du questionnaire, nous avons proposé trois questions ouvertes pour laisser les répondants s'exprimer dans leurs propres mots sur l'impact de la fermeture, sur les mesures d'atténuation et sur les communications du ministère. Bien que ce type de question soit très commun dans les enquêtes, ces données sont rarement exploitées dans les rapports de recherche et écrits scientifiques. Les réponses aux questions sont un reflet des perceptions des répondants ayant bien voulu s'exprimer et s'appliquent à leur réalité partielle des travaux, des impacts sur les navetteurs et des communications du MTMD.

Dans un esprit d'expérimentation des nouveaux outils de recherche, et de valorisation de ces données, ChatGPT a été utilisé pour explorer ces corpus simples d'expressions textuelles courtes. Pour chacun des fichiers de texte

isolés de la base de données centrale (les trois questions), la consigne suivante a été donnée à ChatGPT (chatgpt.com) :

Dans le cadre d'une enquête en ligne, les répondants ont pu s'exprimer de façon textuelle à la question suivante: "[Question]". Je vais te transmettre un fichier .txt avec un identifiant numérique pour tous les répondants, et une réponse pour les répondants qui ont décidé de s'exprimer. J'aimerais que tu explores ces textes et que tu :

- 1) fournisses un décompte,
- 2) les classifies en 3 à 6 groupes pertinents selon les idées, les thématiques ou les enjeux mentionnés,
- 3) pour chaque groupe, me donner de 1 à 3 citations représentatives de ce groupe,
- 4) fournir un paragraphe qui décrit de façon plus précise comment tu as classifié et regroupé les réponses.

Le tout devrait prendre entre 500 et 800 mots. À noter, il y a parfois des fautes d'orthographe ou des termes familiers dans les réponses.

Les textes produits et présentés plus bas ont été édités et transformés à la suite d'une exploration manuelle de validation des résultats d'analyse du corpus. Il est à noter que ChatGPT a eu peu de succès à soutirer des phrases représentatives des classifications établies même si les catégorisations représentent largement l'ensemble des thématiques qu'on peut lire dans les corpus. Ce dernier aspect, les citations, a été identifié manuellement lors de la validation. Si ChatGPT a favorisé des réponses plus courtes et vagues (facilitant leur représentativité), à la lecture, des commentaires plus riches, nuancés et exprimant des émotions et des situations plus spécifiques ont été sélectionnés pour ce rapport parce qu'ils mettent en perspective certains de nos résultats.

Pour le reste de l'analyse, ChatGPT a fourni sur demande le code source python utilisé pour mener sa démarche. L'application a ainsi produit le catalogage des mots utilisés, la classification des occurrences de ces mots et l'analyse de groupage (*cluster analysis*). Le libellé complet de la question d'enquête est présenté devant chaque résultat.

10.7.1 L'impact de la fermeture partielle

Pour la question « Voulez-vous nous donner des détails sur l'impact de la fermeture partielle du TLHL sur vos activités et l'organisation de votre quotidien? », il y a 231 réponses valides dans le fichier. Les réponses ont été classées selon cinq thématiques principales, basées sur des mots-clés récurrents. Des citations types ont été extraites durant le processus de vérification. Les citations ont pu être classées dans plus d'une catégorie de commentaires.

Trajets longs et stressants : 111 réponses évoquent des temps de trajet prolongés, du stress ou de la fatigue, particulièrement pour le retour à la maison.

« Le retour à la maison depuis Montréal vers la Rive-Sud est très long, donc il vaut mieux éviter les rendez-vous en fin de journée. De plus, il est préférable d'éviter de se rendre à Montréal pour magasiner ou aller au restaurant. »

« Même si le tunnel est ouvert de Montréal vers la Rive-Sud, je préfère ne pas m'y engager. Cette voie unique me rend un peu claustrophobe. »

Impact sur le travail : 136 réponses mentionnent des impacts professionnels, comme des changements d'emploi ou des ajustements liés au télétravail. Certains commentaires soulignent le fait que les employeurs eux-mêmes pourraient avoir un rôle dans la réorganisation des horaires pour faciliter la vie aux travailleurs.

« Depuis la pandémie, mon employeur a instauré le travail à domicile. Mais depuis un an, il requiert le retour au travail. Je suis dans un emploi unique très bien adapté au télétravail. Je suis donc dispensée d'aller au bureau tous les jours. À cause du trafic dans le tunnel je me limite à 1 fois ou 2 par mois. Si le tunnel était ouvert, j'irais de 2 à 3 fois par semaine. »

« La fermeture partielle du TLHL m'empoisonne la vie pour aller et revenir du travail, car, étant enseignant, il n'est pas permis de faire du télétravail. Je passe tout le temps que j'ai pour des activités de divertissement et loisirs (la semaine) dans ma voiture pris dans la congestion. Il est impossible de planifier des activités ou rendez-vous les jours de travail. Ma vie est suspendue. »

« Cela affecte ma santé mentale et celle de mes collègues, l'employeur (le gouvernement : Cégep Maisonneuve) refuse d'accommoder les enseignants en améliorant les horaires, ils font déplacer des enseignants pour 2 h de cours par jour (au lieu de condenser l'horaire sur 3-4 jours par semaine) alors qu'en tout et partout c'est en moyenne 3 h de voyage par jour. »

Vie familiale perturbée : 44 réponses décrivent des difficultés à concilier travail et vie familiale.

« Je quitte à 6h50 le matin pour revenir vers 17h20 c'est très long parfois jusqu'à 18h! J'ai pensé fortement quitté mon emploi, mais je suis spécialisé dans mon domaine ce qui ne me permet pas vraiment de le faire. La routine de semaine est retardée, on mange plus tard, les devoirs se font plus tard, on se couche donc plus tard ...on coupe dans le sommeil. »

« C'est un vrai calvaire au niveau de l'organisation, de mon travail et de ma garde partagée avec mes enfants. Avant la fermeture, je parvenais à revenir à la maison avec mes enfants. Depuis la fermeture, nous devons aller la semaine chez mes parents. Ça complique énormément les choses. Ce qui veut dire de vivre constamment dans les bagages. Emporter de la nourriture chez mes parents et emporter des vêtements pour les enfants. Faire la même chose pour lorsqu'on vient chez nous. Nous avons l'impression de vivre constamment dans les bagages. C'est effectivement un gros impact sur notre qualité de vie. »

Problèmes liés au transport en commun : 29 réponses parlent des défis avec les transports collectifs.

« Le trajet en transport en commun entre Boucherville et Radisson est de 15 minutes le matin et 20 minutes environ le soir. Le temps de marche entre mon travail et la station Radisson est de 20 minutes le matin comme le soir. Dans le froid l'hiver. Je préfère donc rester dans mon auto. »

« De surcroît, le service d'autobus de la ville a été significativement réduit - donc pour ma fille qui va à l'université, on en est à 4h de voyage le matin pour aller faire un bon vers Sainte-Julie, transférer d'autobus, se rendre au métro puis reprendre un autre autobus en plus de lui demander de marcher et attendre parfois 30 minutes (l'hiver - est-ce normal???). Nous sommes découragés de la situation et considérons même déménager, car le manque d'accès à des alternatives de transport qui ne monopolisent pas nos journées sont de plus en plus rares. »

Frustration face aux travaux : 51 réponses expriment un mécontentement envers la gestion des travaux ou des fermetures.

« Ils ont chamboulé nos vies sans même nous dire merci de collaborer!!! c'est triste de voir comment la machine gouvernementale passe le rouleau compresseur sans regarder vraiment aux impacts sociaux que leur geste crée. Ceci étant dit, je ne suis pas totalement naïf aussi, il faut que ces travaux-là se tiennent et un monde parfait n'existe pas. Le seul bémol à mon avis, de cette histoire est le fait que, le gouvernement soit totalement déconnecté de la réalité de ses citoyens, car tout le monde ne peut se prévaloir des mesures d'atténuation proposées par le gouvernement. Hélas. »

« JAMAIS au grand jamais je n'aurais pensé un jour que cette remise en « beauté » du tunnel me causerait autant d'insomnie et de discorde dans ma vie conjugale et chamboulé totalement ma routine familiale... Je suis si triste et déçue à la fois que les choses ont été si longues. »

« Ça me prend plus de temps pour mes déplacements, mais dans l'ensemble je suis agréablement surpris. C'est beaucoup moins long de ce que j'anticipais. »

Cette dernière réponse souligne l'ambivalence de certaines personnes. Certes les déplacements sont plus longs et plus difficiles, mais la situation leur semble somme toute bien gérée.

En faisant la relecture des réponses, il est devenu clair que ChatGPT n'a pas repéré la frustration d'individus, généralement de la Rive-Sud, qui déclarent que leurs déplacements matinaux, ceux enregistrés dans l'enquête, ne sont pas les déplacements qui ont le plus souffert. Ce sont plutôt selon eux **les déplacements du retour vers la Rive-Sud le soir qui ont été allongés considérablement. Les 72 réponses** discutant du retour n'ont pas été identifiées par ChatGPT, mais auraient dû l'être étant donné leur prééminence, et renforcent le besoin de vérification manuelle de la démarche de classification

des réponses textuelles. L'identification de cet enjeu a d'ailleurs invité une relecture des variations de temps de déplacement en fonction de la provenance. Dans beaucoup de cas, les réponses suggèrent de façon explicite que le problème est le retour vers la Rive-Sud, et pas le retour vers le nord du fleuve.

« Le sondage d'impact est biaisé, entrer sur l'île via la rive sud à 2 voie prend ~ 25% plus de temps. En sortir à 1 voie entre 6AM et 19PM prend 3-6x plus de temps, régulièrement plus d'une heure entre la 40 et le tunnel au lieu de 10-30 min. De plus, finissant tard avec les fermetures complètes j'ai souvent eu à revenir via Jacques-Cartier, donc 1.25h vs ~20 minutes en soirée après 20h. »

« Vos questions portaient sur le temps de trajet « vers » le lieu de travail, et non sur le « retour » du travail, donc de Montréal en direction de la Rive-Sud. C'est dans cette direction que le trajet est infernal : un temps de 20 minutes est au mieux 1 heure, en moyenne 1h20, et un pire score vécu de 1h30. Le tout, sans qu'il y ait d'accident bloquant la circulation. Les réponses obtenues risquent donc de biaiser les résultats quant aux impacts négatifs. J'ai également constaté plus d'accidents en route vers le tunnel, dû à des vitesses excessives, des gens qui coupent royalement les files [d'attente], et l'agressivité de ceux qui refusent de « zipper » harmonieusement. Une nette dégradation des comportements dus aux retards majeurs générés par les travaux. »

10.7.2 Les mesures d'atténuation

Pour la question : « Avez-vous des commentaires sur les mesures d'atténuation déployées par le Ministère? », le fichier contient 168 commentaires exploitables. Les réponses ont été classifiées en cinq groupes principaux selon les idées et enjeux mentionnés :

Problèmes de congestion et absence d'alternatives viables : 45 réponses présentent en quoi les mesures ne répondent pas aux problèmes de congestion, particulièrement pour les répondants se dirigeant vers la Rive-Sud. Ces réponses suggèrent également que certains des répondants s'attendaient – et c'est surprenant, car la congestion était critiquée même avant la fermeture partielle du TLHL – à ce que les mesures d'atténuation, dans un contexte de réduction des voies de circulation, réussissent à réduire les niveaux de congestion en deçà de leur niveau avant les travaux. Les questions de l'inversion du plus grand nombre de voies selon l'heure de la journée, des travaux de construction mal coordonnés sur plusieurs axes et plus généralement que les mesures ne puissent faire compétition avec l'automobile en ce qui concerne le temps de déplacement sont souvent rapportées.

« Les mesures sont inefficaces. Les niveaux de congestion sont autant qu'avant sinon pires. »

« Compte tenu de l'endroit de mon travail qui est loin d'un métro, les mesures d'atténuation ne me sont pas utiles. »

« Le soir tous les ponts sont congestionnés, il faudrait modifier le nombre de voies disponibles. »

« Les mesures sont efficaces dans la mesure où la destination est Montréal, autrement, on ne peut éviter le problème. »

Transports en commun – offres et limites : 52 réponses traitent en général des longs temps de déplacements, mais aussi des accès difficiles, des temps de marche chronophages, du manque de couverture du territoire, des stationnements incitatifs pleins, et du risque de passer de longues périodes de temps debout. Bien que l'enquête ait été menée en début d'automne, le froid et la neige sont fréquemment cités comme posant un obstacle important. La gratitude envers les navettes gratuites est importante chez les utilisateurs de cette alternative.

« Les navettes gratuites sont une excellente idée, mais elles ne s'arrêtent pas toujours, et on doit parfois attendre plus d'une heure. »

« Les autobus en navette au métro sont une bonne initiative, mais pas suffisante pour desservir tous les travailleurs. »

« Pas assez de transport pour l'est de Montréal. »

« Au début des travaux, il y avait une plus grande fréquence des autobus 61,461 et 462 donc le service était parfait. Depuis environ 9 mois, il y a moins d'autobus ce qui fait que souvent il y a des gens debout dans l'autobus pour traverser le tunnel donc s'il y a un incident, on reste debout longtemps. Le service est de moins en moins rapide. »

« J'ai essayé la navette gratuite 3 fois entre le métro Radisson et le stationnement incitatif Mortagne, mais cette navette n'a été pensée que pour les gens de la Rive-Sud... Un stationnement incitatif n'est pas une destination pour une Montréalaise. Et la connexion entre le stationnement incitatif et le Cégep Edouard-Montpetit où je travaille est beaucoup trop longue. »

« Tout comme le service de transport en commun, les mesures d'atténuation répondent difficilement aux déplacements hors centre-ville et hors horaire standard. La navette entre Boucherville et le métro est néanmoins une bonne mesure. »

« Non efficace en termes de temps et de coûts pour moi. Pas d'amélioration quant à l'accès à un autobus près de chez moi (10 minutes de marches minimum), 3 correspondances requises. Aussi une fois autobus métro Radisson, encore besoin de soit prendre le métro vers une autre station, marché énormément, ou attendre un autobus ou navette peut fréquents. Le temps à l'aller et même le temps au retour est plus long qu'avec la voiture, et plus coûteux compte tenu de devoir prendre des billets zone AB. »

« ... Fermeture de certains acteurs qui auraient la possibilité de nous venir en aide face au transport en commun. Fermeture d'esprit entre la société de transport de Montréal et exo. »

Restrictions et circulation des camions : 21 réponses rapportent spécifiquement les enjeux liés au camionnage et la possibilité que leur circulation soit restreinte pour certaines périodes clés de la journée.

« Il faudrait envisager d'éliminer tous les camions de livraison de la route aux heures de pointe. »

« Réduire l'accès des camions au tunnel durant les heures de pointe. Ridicule que des 53 pieds passent durant les périodes d'achalandage. »

« Limiter le camionnage durant des plages horaires spécifiques, par exemple entre 6h et 8h et entre 15h et 17h. »

« ... Les meilleures mesures d'atténuation seraient de diminuer les camions à l'heure de pointe du soir (vers la rive sud, à 1 voie). Ou peut-être d'autres solutions pour mieux diriger le trafic. »

Organisation et planification des travaux : 31 réponses font démonstration d'une irritation par rapport à l'enchaînement des travaux, aux moments choisis pour les faire, et au manque de coordination de ces travaux.

« Pourquoi avoir commencé ces travaux après la fin de la pandémie alors qu'ils étaient prévus depuis longtemps ? »

« La non-planification des travaux me fâche au plus haut point : [il y a des] entraves partout en même temps ! »

« Le manque de coordination des travaux aggrave la situation : aucun accès fluide pour contourner le tunnel. »

Appréciation des mesures et suggestions d'amélioration : 19 réponses font état d'un niveau de satisfaction considérable chez des utilisateurs des mesures d'atténuation. On soulève parfois le manque de partage d'information, et certaines réponses suggèrent même un appui pour certaines personnes ne les utilisant pas. Comme on l'a vu plus haut, beaucoup d'autres usagers n'y trouvent pas leur compte. Les variations saisonnières (par exemple pour la navette fluviale), la détérioration des services au fil du temps et la concentration des services sur les heures de pointe sont des points pour lesquels des améliorations sont recommandées.

« Les navettes gratuites sont une belle initiative et je les utilise tous les jours. »

« Merci pour les autobus gratuits. »

« Il faudrait plus d'information sur les mesures disponibles, elles ne sont pas assez publicisées. »

« Ma fille prend l'autobus 461 pour traverser pour que son père vienne la prendre au métro Radisson. C'est extrêmement efficace, dans le cas où on n'a pas de voiture comme ma fille. »

« Conçu par des gens de bureau pour des gens de bureau qui font du 9 à 5. Rien pour les travailleurs qui ont des horaires soir et nuit et qui ne travaillent pas au centre-ville. »

« Navette fluviale : la première année j'ai souvent été toute seule dans le transport de navette, avec mon vélo. Aujourd'hui je dois réserver d'avance! On voit bien que si l'offre de transport en commun est présente, la clientèle finira par venir et l'impact sera significatif à long terme pour le réseau routier. »

« On a amputé une grande partie du stationnement incitatif de Radisson pour les autobus très peu fréquentés. »

10.7.3 Les communications du Ministère

Pour la question « Que pensez-vous des communications du Ministère au sujet du tunnel? », le fichier contient 203 commentaires exploitables. Les réponses ont été classifiées en cinq groupes principaux selon les idées et enjeux mentionnés :

Diffusion et accès à l'information : 38 réponses mentionnent des problèmes d'accès à l'information, notamment le manque d'un site centralisé ou le recours excessif aux réseaux sociaux. Les commentaires dans leur ensemble font surtout état de la difficulté de rejoindre les gens via le canal qu'ils favorisent, que ce soit via un site dédié, par courriel, par la radio ou via les réseaux sociaux. La multiplication des plateformes engendre inévitablement ce genre d'enjeux. Ce qui est surprenant, c'est que certains répondants demandent la création de plateformes de diffusion qui existe déjà.

« J'aurais aimé pouvoir consulter facilement et rapidement sur un site web pour savoir si le tunnel est ouvert ou fermé en temps réel. »

« Envoyer les communiqués par courriel aussi serait apprécié. Je ne suis pas très Facebook. »

Clarté et qualité des communications : 42 réponses où plusieurs répondants estiment que les communications sont claires, bien structurées et utiles. Ce groupe inclut aussi des commentaires indiquant une amélioration progressive. On note toutefois un fossé entre des répondants forts satisfaits des communications et d'autres qui les critiques fortement. Les deux premiers exemples ici démontrent clairement que l'information est disponible, mais que des répondants n'ont pas su y avoir accès. À lire les réponses, on voit que différentes personnes ont besoin de différents niveaux d'information : plus général sur l'état d'avancement, les techniques et travaux, et plus spécifiques sur des événements ponctuels ou des situations de circulation à une heure précise.

« Peu de communications, elles sont toujours vagues. Nous ne savons pas vraiment où en sont rendus les travaux. Qu'en est-il des coûts? Comment sera organisé le changement de tube? Quand cela se fera-t-il? »

« Les communications sur Facebook sont vraiment exceptionnelles ! Les photos du progrès des travaux, des explications utiles et techniques, et les questions/commentaires sont bien répondues. »

« Bravo ! à l'équipe des communications. Malgré un début laborieux, elles sont maintenant plus fréquentes et claires. Suffisantes, précises et accessibles. »

« C'est assez précis et fréquent si on suit les bonnes sources. »

« Souvent difficile de savoir si le tunnel est complètement fermé la nuit. »

Suivi et transparence des travaux : 47 réponses indiquent que le suivi des travaux est insuffisant, que les délais sont flous et que l'état d'avancement manque de transparence.

« On ne sait pas vraiment l'état d'avancement des travaux ni la nature de ceux-ci. »

« Manque d'information sur la progression des travaux. Quand sera le changement de côté de circulation et quels seront les impacts ? »

Critiques sur la gestion et coordination : 50 réponses présentent des critiques sur l'organisation des travaux et leur impact sur la circulation, notamment des manques de coordination avec d'autres infrastructures.

« Les communications sont insuffisantes et manquent de coordination, tant pour le TLHL que pour les autres travaux. »

« Le tunnel aurait dû être mieux planifié. Il y a un manque de vision. »

Avis négatifs ou sarcastiques : 26 réponses expriment, souvent de façon sarcastique, un profond mécontentement face à la situation. Il est peu pertinent de partager ici des expressions précises de ces énoncés, mais il est important de mentionner qu'une part non négligeable des répondants exprime un manque de confiance, un découragement, voir un dédain des actions du ministère.

Certains répondants ont également fait des recommandations précises pour des ajouts de canaux de communication, un meilleur échange avec les usagers et résidents et des campagnes de sensibilisation.

« Les communications sont trop unidirectionnelles. Pas assez de possibilités de feedback de la part des usagers de l'est de Montréal. »

« J'ai bien aimé les campagnes de sensibilisation pour informer les conducteurs de la bonne façon de converger vers une voie unique (zipper). »

« Tous les ponts de l'île de Montréal devraient être payants et il faudrait améliorer le transport public. »

« Comme pour le point précédent, je pense que l'on pourrait améliorer la situation en diffusant plus d'informations à tous les habitants des environs, je ne sais pas si l'on pourrait installer des panneaux d'affichage le long de la route qui mène à Montréal et qui en revient. »

L'exploration de ces commentaires suggère en général des points de vue forts opposés. D'un côté, des répondants acceptent les travaux, comprennent les efforts déployés, voient les bons côtés des démarches, et ce même s'ils sont sans aucun doute importunés par les travaux. Ils démontrent une certaine ouverture à des options de transport alternatives, et en sont souvent satisfaits de leurs usages lorsqu'elles en font l'usage. Ces répondants ne changent pas nécessairement plus leurs modes des transports et pointent vers des limites importantes des mesures mises en place. L'approche modérée et ouverte se résume à ce commentaire :

« Tout le monde fait de son mieux, le plus important est que ces travaux-là soient faits et bien faits pour que les générations futures n'aient pas à le revivre. »

Un autre groupe rassemble des répondants plutôt irrités, qui se sentent manipulés et mal entendus, sont méfiants du MTMD, s'opposent aux directions plus générales des politiques de mobilité durable et refusent même l'essai d'options alternatives, soit parce qu'elles viennent à l'encontre de leurs désirs et valeurs, soit parce que les mesures d'atténuation proposées ne permettent pas de compléter les trajets de façon « raisonnable » selon eux.

Somme toute, un outil comme Chat GPT peut, pour le moment, aider à identifier quelques tendances générales, mais ne peut être laissé au traitement de données textuelles sans vérifications détaillées. Après relecture des corpus liés à chacune des trois questions d'enquête, les thématiques identifiées par ChatGPT ressortent bel et bien et de façon assez évidente. Par contre, suite à la reprise de la procédure de classification sur le même corpus, on peut toutefois constater la nature probabiliste des processus de catalogage et de classification de l'application. Si l'application propose le même nombre de catégories et des noms de catégories similaires ou pareilles lors d'une seconde et troisième itération, le nombre de réponses classifiées dans chaque catégorie peut varier légèrement. Les fréquences sont donc données à titre indicatif pour présenter un ordre de grandeur. Les commentaires peuvent également se retrouver légitimement dans la même catégorie. Au final, l'application aura à peine servi d'assistant pour produire un premier jet d'analyse du contenu textuel. Des citations plus instructives ont pu être identifiées à la main et les sommaires de bases ont dû être largement transformés.

10.7.4 Conclusion de l'enquête ad hoc

L'enquête présentée ici visait à s'intéresser particulièrement à comment des individus en fonction de leur situation, leur localisation et leurs besoins de déplacement, s'adaptent à des réductions importantes de la circulation automobile sur des axes névralgiques. Le cas de la fermeture partielle du TLHL (3 voies sur 6) pour une période d'au moins trois ans propose un contexte fort intéressant pour mener une étude, car les voies de passage alternatives sont limitées et facilement identifiables. La contrainte posée aux ménages est également importante étant donné l'importance des flux de déplacement pour le travail entre les deux côtés du fleuve. L'enquête permet donc de s'intéresser à deux objectifs. Plus directement, on peut constater les impacts des fermetures partielles du TLHL sur les habitudes de déplacement et l'adaptation des utilisateurs. Mais parce que l'éventail d'options à considérer par les ménages peut inclure des changements de modes de transport, d'heures de départ, de destinations et aller jusqu'à l'évitement des déplacements, le cas de TLHL permet d'étudier le concept de l'induction inverse.

On observe une adaptation à la fermeture partielle, et celle-ci prend généralement la forme d'une réduction des déplacements et des changements dans les heures de départ. Les changements les plus difficiles à accomplir comme le changement de mode de transport sont beaucoup moins fréquents, et ce même si les mesures d'atténuation déployées ciblent ce transfert modal.

Mais dans la grande majorité des cas, les utilisateurs maintiennent leur usage de l'automobile et ont dû accepter des augmentations des temps de déplacement, tant pour le navettage que pour les déplacements pour d'autres motifs. Ces augmentations de temps de déplacement sont plus prononcées pour les résidents du nord du fleuve qui navettent le matin vers le sud. Comme les commentaires textuels nous le montrent, les répondants de la Rive-Sud considèrent avoir des temps de déplacements bien plus longs au retour en fin de journée. Le sondage s'est concentré sur les déplacements du matin pour en réduire la longueur. Mais face aux commentaires textuels mentionnés par les répondants, force est de constater que nos valeurs moyennes d'augmentation de temps de déplacement sont probablement sous-estimées étant donné que notre échantillon est composé en plus grande partie de répondants déclarant un déplacement moins affecté. L'augmentation des temps de déplacement est généralisée et importante.

Notre approche a été de favoriser la comparaison entre les répondants vivant au nord du fleuve et travaillant sur la Rive-Sud et les répondants vivant sur la Rive-Sud et travaillant au nord du fleuve. Cette comparaison est particulièrement d'intérêt parce qu'elle permet d'évaluer les divergences d'adaptation selon la situation au centre de l'agglomération par rapport à la périphérie. Il aurait été plus précis de bien distinguer les résidents de Montréal de ceux de Laval, de Longueuil et des couronnes nord et sud, mais les nombres d'effectifs étaient trop faibles pour atteindre ce niveau de précision. Le nombre de répondants à l'enquête limite généralement notre capacité d'observer les changements par sous-groupes de population. On a toutefois pu constater des différences de genre et selon la direction des déplacements de départ dans les attitudes et actions face à la fermeture partielle et face aux politiques de mobilité de façon plus générale.

Sur les aspects méthodologiques de l'enquête, on retient que bien que le déploiement de questions précises sur les modes de transport et la fréquence des déplacements soit d'intérêt, on pourrait envisager une enquête plus succincte qui se limiterait à évaluer, par une série d'énoncés (comme on l'a fait dans le sommaire des changements) le portrait général des formes d'adaptation que les répondants ont mises en œuvre en réponse à la fermeture. Les analyses de ces démarches présentent en effet des résultats fort concordants tout du moins en ce qui concerne les ordres de grandeur des différentes options choisies. Dans l'optique inverse d'accroître la précision du questionnaire, il serait intéressant d'ajouter des questions sur les heures et temps de déplacement du retour comme des résidents de la Rive-Sud nous le font constater. Dans le cadre de cette enquête, ces questions n'ont pas été ajoutées par souci de réduire le fardeau aux répondants. Un effort futur de collecte de données pourrait également s'intéresser aux autres déplacements des non-navetteurs. On doit reconnaître que l'expérience des traversées pour d'autres déplacements doit varier si on le traverse déjà pour le travail sur une base régulière.

L'enquête révèle finalement qu'à long terme, après réouverture, rares sont les répondants qui envisagent poursuivre l'usage de modes de transport alternatifs à l'automobile. Le retour à la normale, en ce sens, devrait ressembler aux conditions préfermetures. Nos résultats suggèrent que l'expérience d'une fermeture importante de voie de circulation, même sur une période de quelques années, avec des incitatifs au transfert modal, n'a qu'un impact modeste sur le transfert modal, ou l'évitement complet des déplacements si un retour à une situation initiale peut être envisagé. En contrepartie, même dans cette population d'automobiliste, l'appui au développement du transport en commun comme solution à la congestion est notable. Amener ce mode à des niveaux compétitifs à l'automobile dans les banlieues des centres urbains est difficile et ambitieux, mais potentiellement fort important.

11. RECOMMANDATIONS : PROCHAINES ÉTAPES ET PERSPECTIVES DE RECHERCHES FUTURES

Plusieurs suites pourraient être données à ce projet tant pour mieux comprendre le phénomène d'induction inverse que pour comprendre les impacts à moyen et long terme des fermetures partielles du TLHL.

Il pourrait être pertinent d'analyser les données de l'enquête métropolitaine 2023 Perspectives mobilité (anciennement l'enquête origine-destination), non-disponible au moment de produire ce rapport. Cette enquête a été menée environ un an après le début de la fermeture partielle du TLHL. Ainsi, son analyse pourrait permettre d'étudier l'évolution des déplacements interrives, lorsque comparé avec les données de l'enquête de 2018.

La même démarche de suivi des données de débit et d'achalandage pourrait être déployée en incorporant les données des années suivantes jusqu'à un ou deux ans après la réouverture complète du TLHL. On s'intéresserait ici à évaluer si, et à quelle vitesse, les comptages routiers retournent à des niveaux pré-fermeture partielle, et comment la distribution des déplacements entre ponts et infrastructures de transport en commun en serait affectée.

Un aspect non étudié dans le cadre de ce rapport faute de données concerne les déplacements passant dans les rues de quartier avoisinant l'axe du TLHL. Si nos travaux se sont concentrés sur comment les autres ponts servent à remplacer la capacité perdue sur le TLHL, certains automobilistes tentent simplement d'éviter une partie de la congestion en entrant plus tard sur la voie d'accès au TLHL, au grand dam des résidents de ces rues. C'est un comportement potentiel lié aux fermetures de routes qui gagnerait à être étudié.

Il serait également fort pertinent de redéployer l'enquête menée dans le cadre de ce rapport, cette fois-ci sur un échantillon de population plus large et plus directement représentatif de la population utilisant le TLHL, que ce soit durant sa fermeture partielle et/ou après sa réouverture. Une enquête à échantillonnage aléatoire permettrait de confirmer les constats faits dans le cadre de ce rapport. Une telle enquête devrait permettre de mener des analyses multivariées et de confirmer et solidifier les constats produits dans le présent rapport.

Face aux constats et apprentissages produits dans ce rapport, quelques modifications pourraient être envisagées. D'une part, la population ciblée pourrait être étendue à tous les utilisateurs du TLHL au lieu de cibler uniquement les travailleurs. Cela changerait probablement la nature des résultats sur les autres types de déplacement. On peut s'imaginer par exemple que les navetteurs sont moins tentés de faire des déplacements interrives supplémentaires en plus du navettage quotidien. L'enquête et les données de comptage nous ont également appris que le moment et le sens du déplacement ont un impact important sur les temps de navettage. Un nouveau déploiement de l'enquête gagnerait donc à s'intéresser non seulement aux déplacements matinaux, mais également aux déplacements de retour. Un déploiement post-ouverture devrait également inclure des questions sur les comportements avant, pendant et après la période de fermeture partielle.

Plus les analyses auront lieu à long terme, plus elles devront aussi s'intéresser aux tendances de croissance de la population, aux tendances dans la distribution de l'emploi sur le territoire, aux changements à l'aménagement urbain, ainsi qu'aux changements dans l'offre de transports alternatifs. Dans ce contexte, des modèles aménagement-transport pourraient être sollicités pour capturer l'ensemble des changements de façon simultanée.

En parallèle à ces collectes et analyses de donnée, il pourrait être intéressant de mener des entretiens avec des individus devant composer avec les fermetures partielles du TLHL. Les analyses présentées dans ce rapport suggèrent que la sélection d'individus pourrait être fait en fonction du côté de la rive où ils résident, et en fonction de leur décision, contrainte ou pas, de changer leurs habitudes de déplacement de façon à s'adapter aux travaux.

Finalement, la nature des recherches futures pourrait prendre plusieurs formes selon les intérêts plus spécifiques des autorités ou des chercheurs. Aider à comprendre comment mieux planifier et effectuer des fermetures dans le cadre de travaux ne requiert pas tout à fait le même type d'information que si l'on veut développer des connaissances sur l'induction inverse permanente. Ultiment, l'étude du TLHL fournit un éclairage précieux sur l'induction inverse, mais cet éclairage s'applique à une situation temporaire : la remise en service de l'infrastructure dans sa forme initiale empêchera probablement de mesurer les effets durables. Par contre, des fermetures temporaires peuvent servir d'outil de transformation des mobilités lorsqu'on profite de celles-ci pour offrir de nouvelles alternatives aux gens qui n'auraient pas en temps normal décidé d'en faire l'essai.

12. CONCLUSION GÉNÉRALE DU RAPPORT

Ce rapport avait pour objectif général d'étudier le phénomène d'induction inverse qui, en théorie, propose qu'une réduction de la capacité routière peut mener à une diminution de la circulation automobile. Plus précisément, le projet vise à documenter l'influence d'une réduction de la capacité d'un lien routier majeur sur la demande de déplacement, tant sur ce lien qu'à l'échelle régionale.

La recherche a été menée en trois temps. Premièrement, une recension des écrits sur l'induction inverse et ses notions connexes a été produite. Deuxièmement, les conséquences de la fermeture partielle du TLHL ont été analysées à l'aide des données de comptage routier et d'achalandage du transport en commun. Pour rappel, le nombre de voies a été réduit de moitié dans le TLHL à partir de novembre 2022, et ce en raison de travaux d'une durée prévue de 3 ans. Troisièmement, une enquête ad hoc a été conçue, menée et analysée afin de documenter les stratégies d'adaptations de travailleurs qui utilisaient le TLHL avant sa fermeture partielle.

L'étude a donc débuté par une recension des écrits présentant le concept de l'induction inverse, et documentant les études empiriques ayant tenté de le documenter dans des contextes réels. Contrairement à son corolaire, soit la demande induite, peu d'études convaincantes ont été menées sur l'induction inverse, car les cas réels de réduction de la capacité routière sont généralement rares.

Si pour la demande induite les résultats sont fort probants – une augmentation de la capacité routière se traduit quasi systématiquement en une augmentation des débits automobiles – le contraire est plus complexe. Entre les changements de parcours, de mode de transport, d'heure de déplacement ou de destination, l'utilisateur faisant face à une réduction de la capacité routière a plusieurs autres options qui lui évite de simplement arrêter de faire le déplacement. Pour identifier les déplacements évités, on peut directement demander à un individu dans le cadre d'un questionnaire, ou prendre en compte les déplacements ayant eu lieu sur les voies alternatives, par d'autres modes ou à d'autres moments.

Dans les cas documentés dans la recension des écrits, on peut voir un effet temporaire de réduction des déplacements, souvent renversé après les périodes de restriction de la circulation. Ces épisodes étudiés de restriction de la circulation sont généralement des périodes de fermeture pour réfection, des bris causés par le vieillissement des infrastructures ou des bris liés à des catastrophes naturelles. Très peu de cas de fermeture permanente sans voies de remplacement à capacité similaire sont documentés. Le cas de la fermeture permanente d'une voie rapide surélevée au centre-ville de Séoul, en Corée du Sud, propose une expérience probante où le transfert modal vers le transport en commun et la réduction réelle des déplacements est documenté. Les autres études, parce qu'elles se concentrent surtout sur des fermetures temporaires, tendent plutôt à démontrer un effet existant mais tout aussi temporaire, et un attachement profond à l'automobile dans un contexte de manque d'alternatives acceptables pour les utilisateurs.

Dans les sections suivantes du rapport, des analyses empiriques sont proposées. En s'intéressant à un cas dans la région de Montréal, on peut non seulement produire des connaissances nouvelles sur l'induction inverse, mais on peut également mieux comprendre ses impacts sur la population et sur les infrastructures connexes. L'étude du cas de la fermeture partielle du TLHL pendant au moins trois ans se présente non seulement comme un terrain d'intérêt, mais il permet également au MTMD de mieux comprendre comment préparer les prochains travaux de réfection des grandes infrastructures, ses communications et les mesures d'atténuation des impacts les plus efficaces.

L'Enquête Origine-Destination (EOD) 2018 nous a permis d'établir un portrait des déplacements menés par les utilisateurs du TLHL avant sa fermeture. Le constat principal est que le TLHL est utilisé avant tout pour des déplacements domicile-travail. Les données de l'EOD 2023 (maintenant appelée Enquête métropolitaine 2023 Perspectives mobilité) et les produits connexes n'étaient malheureusement pas disponibles au moment de faire les analyses. Une vague d'enquêtes supplémentaires aurait permis une analyse des impacts des travaux du TLHL avant et pendant ceux-ci.

Dans l'esprit d'utiliser les différentes ressources à notre disponibilité, des données de débits routiers, de stations de comptage de vélos et d'achalandage du système de transport en commun ont été mobilisées pour tenter de mieux comprendre les impacts de la fermeture partielle du TLHL sur son utilisation, mais aussi sur les débordements pouvant avoir eu lieu sur les autres infrastructures (principalement les autres ponts de la Rive-Sud et le réseau de transport en commun). Le contexte d'après pandémie, l'échelonnement du déploiement de différentes mesures d'atténuation dans le temps, les travaux importants sur un autre pont à Montréal (Samuel-De Champlain), le développement d'un nouveau lien en transport en commun (REM) et la présence de certains jeux de données incomplets ont rendu l'analyse plus ardue et partielle. Les données recèlent toutefois des constats importants.

Une comparaison des moyennes annuelles révèle qu'entre un an avant et un an après la fermeture partielle du TLHL du 31 octobre 2022, les débits mensuels moyens sur le TLHL avaient chuté d'environ 13 % en direction de Montréal (deux voies) et de plus de 50 % en direction Rive-Sud (une voie). Si les chutes initiales dans les mois suivants le début de la fermeture partielle étaient plus importantes, les débits mensuels direction Montréal sont revenus à des niveaux légèrement en deçà des mois précédant la fermeture, ce qui suggère une reprise de la circulation après un effet dissuasif initial du début des travaux. Dans la direction inverse, les niveaux de circulation se sont stabilisés bien plus bas qu'avant le début des fermetures partielles. Les écrits scientifiques à différentes échelles temporelles relèvent souvent des phénomènes similaires. La peur d'une congestion insupportable réduit rapidement le nombre d'utilisateurs d'une infrastructure. Puis, une fois que les utilisateurs constatent que l'augmentation de la congestion ne s'est pas avérée, ils retournent plus massivement vers leurs habitudes, produisant ainsi un renouvellement de la congestion. Entretemps, les impacts sur les autres infrastructures se sont fait sentir. Celles plus proches du TLHL, tant de transport en commun (notamment les lignes d'autobus passant dans le TLHL et celles passant sur le pont Jacques-Cartier) que routières (particulièrement sur les ponts Jacques-Cartier et Victoria), ont vu leurs

achalandages et débits augmenter. Une compensation tant par transfert modal vers le transport en commun (avec des taux d'augmentation plus élevés sur des parts plus faibles en valeur absolue) que par les ponts alternatifs (avec des taux d'augmentation plus faibles sur des parts plus élevées en valeur absolue) a été relevée. À cause des données manquantes, des tendances annuelles fluctuantes et des volumes variables de circulation, il est difficile d'isoler de ces données mensuelles la part de déplacements qui ont été réellement évités.

Face à ces contraintes dans les données et au manque d'information sur les perceptions et comportements individuels, nous avons mené une enquête ad hoc pour mieux évaluer l'induction inverse potentiellement liée à la fermeture partielle du TLHL. L'enquête transversale s'est intéressée aux déplacements pour le travail, soit la part la plus importante de déplacements dans le TLHL comme exprimé plus tôt. Chaque travailleur enquêté a également été questionné sur les autres déplacements qu'ils pouvaient parfois mener par le TLHL. Le questionnaire, déployé à l'automne 2024, deux ans après le début de la fermeture partielle s'intéressait de façon rétrospective aux déplacements avant la fermeture, aux déplacements actuels au moment de l'enquête et aux déplacements prévus une fois les travaux terminés. Bien que les réponses rétrospectives et prospectives peuvent contenir certains biais, ils permettent de pallier les coûts importants des enquêtes longitudinales. Ils permettent également de revisiter de façon rétrospective une situation lorsqu'une enquête n'a pu être prévue avant une intervention gouvernementale sur le réseau routier.

L'enquête ad hoc comporte aussi quelques limites de recrutement : elle n'est pas nécessairement représentative de la population et le nombre de participants (311 répondants) est limité. Elle permet toutefois de dresser certains constats par rapport aux choix que certains individus font et peuvent faire selon leurs caractéristiques sociodémographiques et leurs options de transport. La prise de contact avec des employeurs de la région métropolitaine de Montréal dont les employés étaient susceptibles d'utiliser le TLHL, dans le but de les inviter à relayer les messages de recrutement, s'est avérée une stratégie pertinente, mais au succès limité. Plusieurs éléments de l'enquête ont un potentiel longitudinal et une seconde vague de l'enquête modifiée pourrait être redéployée une fois les travaux terminés.

Les résultats de l'enquête permettent de produire des taux de variations et des mesures de changements plus clairs par rapport aux données de débit. C'est en partie un artifice du type de collecte de données qui met en comparaison l'avant et le après de façon plus directe pour les mêmes personnes à deux moments spécifiques. L'approche au fil de l'eau que permettent les données de débit présente les variabilités qu'on constate au fil des mois, selon les saisons et selon les transformations aux réseaux. Dans les deux cas, des tendances claires peuvent être identifiées. Notamment, 1) la demande pour les déplacements automobiles demeure forte une fois la capacité réduite; 2) une part notable des déplacements automobiles sont transférés sur les ponts à plus grande proximité de la voie à capacité réduite; et 3) L'achalandage en transport en commun augmente de façon importante (de 1,6% à 17% dans l'enquête par exemple). Ce décuplement de la part du transport en commun pour les navetteurs est lié au fait que les parts initiales étaient faibles, mais aussi parce que le service de transport en commun a été bonifié et parfois même rendu gratuit.

Si beaucoup des répondants ont déclaré avoir changé leurs habitudes de déplacement pour le travail, ce sont généralement les horaires de départ et le trajet qui ont été modifiés. Les modes de transport ont aussi changé, mais de façon beaucoup plus modeste. Les durées des déplacements (pour le départ le matin) ont particulièrement augmenté pour les résidents du nord du fleuve (île, Laval et Couronne Nord) traversant vers le sud. Ces durées ont augmenté dans une moindre mesure pour les répondants ayant changé leurs modes de transport et leurs heures de départ et d'arrivée. Les commentaires écrits en fin d'enquête fournissent des pistes d'explications pour les augmentations de durée moins grandes pour les déplacements direction nord le matin. Celles-ci s'expliquent par le fardeau bien plus grand lié au retour de l'île le soir. Le choix du MTMD et de ses partenaires de maintenir deux voies vers le nord et une voie vers le sud sans rotation de mi-journée est cohérent avec ces résultats. Cette approche est d'ailleurs remise en question dans les commentaires par les participants qui résident au sud de l'île. Avec une seule voie pour sortir de l'île, les grandes augmentations de temps de déplacement se font durant le retour. Pour les déplacements pour d'autres raisons, c'est la fréquence des déplacements et le pont de traversée qui ont été modifiés le plus.

Tant pour les données de comptage que pour les données d'enquête, des approches multivariées pourraient permettre des analyses plus sophistiquées. Il n'a pas été jugé pertinent d'en produire dans le cadre de ce mandat, qui se veut plus descriptif du phénomène et plus accessible à un lectorat diversifié. Comme c'est le cas dans plusieurs travaux, la qualité et le niveau de complétude des données peuvent poser des limites à l'analyse. Le réseau supérieur sous gestion du MTMD de la région de Montréal est bien couvert par des stations de comptage de débits et ces données sont généralement très complètes. Quelques défaillances des systèmes provoquent des absences de données ponctuelles, mais ne posent pas de grands problèmes de cohérence et de validité à l'analyse. Par contre, des artères mineures et rues de la région ne peuvent être bien documentées dans leur ensemble. Cela pose une limite à l'analyse de phénomènes particuliers comme le débordement de circulation dans les rues locales avoisinantes du TLHL. Cet enjeu demeure pertinent à l'évaluation des impacts de la fermeture partielle du TLHL, mais moins à l'analyse de l'induction inverse dans le contexte du tunnel.

Pour les données sur le vélo et le camionnage, l'absence de jeux complets a posé des limites plus importantes à notre analyse. Malgré tout, le vélo a augmenté de façon très marginale ; les traversées de pont requièrent de gravir l'infrastructure et de couvrir des distances probablement trop importantes pour que son usage soit attirant pour les automobilistes affectés. Le volume des traversées à vélo est bien en deçà de 1%. Pour le camionnage, depuis la fermeture partielle du TLHL on a pu observer une augmentation notable des camions sur le pont Jacques-Cartier, mais surtout qu'une partie du camionnage accède à l'île de Montréal par le pont Jacques-Cartier, et sort de l'île par le pont Samuel-De Champlain.

Pour ce qui est de la planification du projet de recherche, il est toujours préférable que des mandats de recherche sur des interventions gouvernementales soient donnés avant le début des interventions de manière à

pouvoir collecter des données avant, pendant et après les travaux. La disponibilité de données historique de débits routiers et d'achalandage a permis de pallier cette limite. De même, une enquête peut poser des questions rétrospectives, mais cette approche est moins rigoureuse qu'une enquête longitudinale suivant une cohorte d'individus dans le temps, étant donné le biais de rappel. L'enquête de cohorte est toutefois bien plus coûteuse et difficile à mener. Le projet actuel ne contient également pas d'analyse des retombées finales du projet, tant sur le transfert modal que sur la réduction des déplacements après la réouverture.

Plusieurs suites pourraient être données. Des études futures pourraient faire appel aux données de plusieurs vagues d'enquêtes origine-destination (2018, 2023, et la suivante) et comparer l'évolution des déplacements interrives. Elles pourraient également produire un suivi des comptages et de l'achalandage jusqu'à un an ou deux après la réouverture. Mais l'avenue la plus prometteuse est de déployer une enquête à échantillonnage aléatoire plus représentative de la population et de recruter une population plus large que celle des travailleurs. L'enquête est l'outil qui permet de couvrir simultanément une plus grande variété de réponses d'adaptation des individus touchés.

Le projet démontre les multiples approches prises par les répondants pour s'adapter à la fermeture partielle du TLHL et ses impacts sur les différents réseaux de transport. Ces informations peuvent assister le MTMD dans la planification de fermetures futures de grands axes routiers et dans l'évaluation des impacts sur les utilisateurs. Certains répondants à notre enquête semblent résolus à maintenir leurs habitudes de déplacements motorisés, se sentent peu écoutés et se méfient des décisions du MTMD en général. D'autres déclarent des enjeux importants de civilité des autres usagers et de qualité de vie liés à ces grands travaux. Le MTMD, dans ses efforts futurs de développement ou de réfection d'infrastructures routières ou de transport en commun, aurait tout à gagner à faire démonstration de gains d'efficacité dans la planification et l'exécution des projets, d'efforts de communication sur des canaux diversifiés et d'écoute des écueils des utilisateurs. Le changement des habitudes de déplacement vers des modes durables constitue un défi de taille. La réduction de l'offre de capacité routière dédiée à l'automobile est un élément qui peut influencer les comportements, mais elle doit être accompagnée d'une offre alternative fiable, compétitive et forte pour donner les résultats escomptés.

Il est trop tôt pour déclarer que la fermeture partielle du TLHL n'aura pas eu d'impact de réduction des déplacements à long terme. Mais les écrits scientifiques suggèrent qu'une fois l'infrastructure en pleine opération, les gains s'estomperont. Le MTMD peut toutefois capitaliser sur les utilisateurs qui ont bien voulu faire le saut vers le transport en commun et de s'assurer que des services compétitifs perdurent après les travaux.

13. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Bar-Yosef, A., Martens, K., & Benenson, I. (2013). A model of the vicious cycle of a bus line. *Transportation Research Part B: Methodological*, 54, 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2013.03.010>
- Bertolini, L. (2020). From “streets for traffic” to “streets for people” : Can street experiments transform urban mobility? *Transport Reviews*, 40(6), 734-753. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1761907>
- Billings, J. E. (s. d.). *The Impacts of Road Capacity Removal*.
- Bonsall, P. (1996). Can induced traffic be measured by surveys? *Transportation*, 23(1), 17-34. <https://doi.org/10.1007/BF00166217>
- Brown, A. E., Taylor, B. D., & Wachs, M. (2017). The Boy Who Cried Wolf ? Media Messaging and Traveler Responses to “Carmageddon” in Los Angeles. *Public Works Management & Policy*, 22(3), 275-293. <https://doi.org/10.1177/1087724X16643544>
- Bucsky, P., & Juhász, M. (2022). Long-term evidence on induced traffic : A case study on the relationship between road traffic and capacity of Budapest bridges. *Transportation Research Part A*, 157, 244-257. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.01.018>
- Cairns, S., Atkins, S., Goodwin, P., & Bayliss, D. (2002). Disappearing traffic ? The story so far. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer*, 151(1), 13-22. Scopus. <https://doi.org/10.1680/muen.2002.151.1.13>
- Cairns, Sally., Hass-Klau, Carmen., Goodwin, Phil., London Regional Transport (Agency), & Great Britain. Department of the Environment, T. and the Regions. (1998). *Traffic impact of highway capacity reductions: Assessment of the evidence*. Landor Pub.; WorldCat.org.
- Caspersen, E., Ørving, T., & Tennøy, A. (2023). Capacity reduction on urban main roads: How truck drivers adapted, and what effects and consequences they experienced. *Transport Policy*, 130, 68-83. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.10.016>
- Cass, N., & Faulconbridge, J. (2016). Commuting practices : New insights into modal shift from theories of social practice. *Transport Policy*, 45, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.08.002>
- CCCC - Comité consultatif sur les changements climatiques. (2022). *L'aménagement du territoire du Québec : Fondamental pour la lutte contre les changements climatiques*. Gouvernement du Québec.
- Cervero, R. (2003). Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel : A Path Analysis. *Journal of the American Planning Association*, 69(2), 145-163. <https://doi.org/10.1080/01944360308976303>
- Chatterjee, K., & Ma, K.-R. (2007). Modeling the Timing of User Responses to a New Urban Public Transport Service : Application of Duration Modeling. *Transportation Research Record*, 2010(1), 62-72. <https://doi.org/10.3141/2010-08>
- Chung, J.-H., Yeon Hwang, K., & Kyung Bae, Y. (2012). The loss of road

- capacity and self-compliance : Lessons from the Cheonggyecheon stream restoration. *Transport Policy*, 21, 165-178.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.01.009>
- Clegg, R. & Elsevier. (2007). *Empirical Studies on Road Traffic Response to Capacity Reduction* (01076695). pp 155-178.
<https://trid.trb.org/view/815407>
- Clifton, K. J., & Handy, S. L. (2003). Qualitative methods in travel behaviour research. In *Transport survey quality and innovation* (p. 283-302). Emerald Group Publishing Limited.
- Clifton, K. J., & Moura, F. (2017). Conceptual Framework for Understanding Latent Demand: Accounting for Unrealized Activities and Travel. *Transportation Research Record*, 2668(1), 78-83.
<https://doi.org/10.3141/2668-08>
- Coombe, D., Bates, J., & Dale, M. (1998). Modelling the traffic impacts of highway capacity reductions. *Traffic Engineering and Control*, 39(7-8), 430-433. Scopus.
- Crozet, Y. (2016). *Hyper-mobilité et politiques publiques-Changer d'époque?* Economica.
- Crozet, Yves., Mercier, Aurélie., & Université de Lyon. (2017). *Induction et évaporation de trafic: Revue de la littérature et études de cas*. HAL archives-ouvertes; WorldCat.org. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01480663>
- Douglas, M. J., Teuton, J., Macdonald, A., Whyte, B., & Davis, A. L. (2023). Road space reallocation in Scotland : A health impact assessment. *Journal of Transport and Health*, 30. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.jth.2023.101625>
- Downs, Anthony (1962). The law of peak-hour expressway congestion. *Traffic Quarterly*, 16(3).
- Downs, Anthony. (2004). *Still stuck in traffic: Coping with peak-hour traffic congestion* (1-1 online resource (xi, 455 pages) : illustrations). Brookings Institution Press; WorldCat.org. <http://site.ebrary.com/id/10077276>
- Downs, Anthony., Brookings Institution., & Brookings Institution. (1992). *Stuck in traffic: Coping with peak-hour traffic congestion*. Brookings Institution; WorldCat.org.
- Drevon, Guillaume, Gerber, Philippe, & Kaufmann, Vincent. (2020). *Dealing with Daily Rhythms: Families' Strategies to Tackle Chronic Time Pressure*. 12(7193), 7193. <https://doi.org/10.3390/su12177193>
- Dunkerley, F., Laird, J., & Whittaker, B. (2018). *Latest evidence on induced travel demand : An evidence review*.
- Duranton, G., & Turner, M. A. (2009). *The Fundamental Law of Road Congestion : Evidence from US cities*. <https://doi.org/10.3386/w15376>
- Flamm, M., & Kaufmann, V. (2006). Operationalising the Concept of Motility : A Qualitative Study. *Mobilities*, 1(2), 167-189. Taylor and Francis Journals.
<https://doi.org/10.1080/17450100600726563>
- Garcia-López, M.-À., Pasidis, I., & Viladecans-Marsal, E. (2022). Congestion in highways when tolls and railroads matter : Evidence from European cities. *Journal of Economic Geography*, 22(5), 931-960.
<https://doi.org/10.1093/jeg/lbab025>
- Giuliano, Genevieve., & Golob, Jacqueline. (1998). Impact of the Northridge Earthquake on transit and highway use. *Journal of Transportation and Statistics*. WorldCat.org.

- Greg Marsden, Jillian Anable, Chatterton, T., Docherty, I., Faulconbridge, J., Murray, L., Roby, H., & Shires, J. (2020). Studying disruptive events : Innovations in behaviour, opportunities for lower carbon transport policy? *Transport Policy*, 94, 89-101. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.04.008>
- Guell, C., Ogilvie, D., & Green, J. (2023). Changing mobility practices. Can meta-ethnography inform transferable and policy-relevant theory? *Social Science and Medicine*, 337. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.116253>
- H. Frey, U. Leth, A. Mayerthaler, & T. Brezina. (2011). Predicted congestions never occur. On the gap between transport modelling and human behaviour. *Transport Problems*, 6(1), 73-85.
- Hosotte, P. G. T. (2022). *L'évaporation du trafic, opportunités et défis pour la mobilité d'aujourd'hui et demain* [EPFL]. <https://doi.org/10.5075/epfl-thesis-9879>
- Hsu, W.-T., & Zhang, H. (2014). The fundamental law of highway congestion revisited : Evidence from national expressways in Japan. *Journal of Urban Economics*, 81, 65-76. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2014.02.002>
- Hu, X., Yuan, Y., Zhu, X., Yang, H., & Xie, K. (2019). Behavioral responses to pre-planned road capacity reduction based on smartphone GPS trajectory data : A functional data analysis approach. *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*, 23(2), 133-143. Scopus. <https://doi.org/10.1080/15472450.2018.1488133>
- Hymel, K. (2019). If you build it, they will drive : Measuring induced demand for vehicle travel in urban areas. *Transport Policy*, 76, 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.12.006>
- Kaufmann, V. (1969- . . .), Ravalet, E. (1980- . . .), Dupuit, Elodie., Ecole polytechnique fédérale (Lausanne, S., Kaufmann, V. 1969-, Ravalet, E., & Dupuit, É. (2015). *Motilité et mobilité : Mode d'emploi*. Éditions Alphil-Presses universitaires suisses; WorldCat.org. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb45026324v>
- Kaufmann, V., Bergman, M. M., & Joye, D. (2004). Motility : Mobility as capital. *International Journal of Urban and Regional Research*, 28(4), 745-756. <https://doi.org/10.1111/j.0309-1317.2004.00549.x>
- Kaufmann, V., Dubois, Y., & Ravalet, E. (2018). Measuring and typifying mobility using motility. *Applied mobilities*, 3(2), 198-213. British Library Serials.
- Lachapelle, U., & Boisjoly, G. (2022). The Equity Implications of Highway Development and Expansion : Four Indicators. *Findings*. CrossRef. <https://doi.org/10.32866/001c.33180>
- Lachapelle, U., Boisjoly, G., & Vermesch, P. (2020). *Réalisation d'un portrait des besoins et des habitudes de déplacements des personnes vivant en situation de précarité dans la région de Montréal*. WorldCat.org. http://archipel.uqam.ca/13354/1/Rapport_mandat_Ville_ARTM_30mars_final.pdf
- Lachapelle, U., Tanguay, G. A., & Neumark-Gaudet, L. (2018). Telecommuting and sustainable travel: Reduction of overall travel time, increases in non-motorised travel and congestion relief?. *Urban Studies*, 55(10), 2226-2244.
- Lange, S., Kern, F., Peuckert, J., & Santarius, T. (2021). The Jevons paradox unravelled : A multi-level typology of rebound effects and mechanisms. *Energy Research & Social Science*, 74, 101982. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101982>
- Liu, X. C., Wang, Y., Schroeder, B. J., & Roupail, N. M. (2012). Quantifying

- cross-weave impact on capacity reduction for freeway facilities with managed lanes. *Transportation Research Record*, 2278, 171-179. Scopus. <https://doi.org/10.3141/2278-19>
- Lucas, K. (2013). Qualitative methods in transport research: The 'action research' approach. In *Transport survey methods: Best practice for decision making* (p. 427-440). Emerald Group Publishing Limited.
- Maeder, S., Stauffacher, M., & Knaus, F. (2023). Zooming in and out on everyday mobility practices in a rural, mountainous area of Switzerland. *Journal of Transport Geography*, 112. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103680>
- Mars, L., Arroyo, R., & Ruiz, T. (2016). Qualitative research in travel behavior studies. *Transportation research procedia*, 18, 434-445.
- Melia, S., & Calvert, T. (2023). Does traffic really disappear when roads are closed? *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer*, 176(1), 1-9. Scopus. <https://doi.org/10.1680/jmuen.21.00014>
- Melia, S., & Shergold, I. (2018). Pedestrianisation and politics: A case study. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers—Transport* (Vol. 171, Numéro 1, p. 30-41).
- Ministère du Transport de la mobilité durable et de l'électrification du transport. (2018). *Transporter le Québec vers la modernité: Politique de mobilité durable—2030* (1-1 ressource en ligne (42 pages)). Direction des communications du Ministère des transports, de la mobilité durable et de l'électrification des transports; WorldCat.org. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/3552153>
- Mogridge, M. J. (1997). The self-defeating nature of urban road capacity policy: A review of theories, disputes and available evidence. *Transport Policy*, 4(1), 5-23. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(96\)00030-3](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(96)00030-3)
- Mokhtarian, P. L., Samaniego, F. J., Shumway, R. H., & Willits, N. H. (2002). Revisiting the notion of induced traffic through a matched-pairs study. *Transportation*, 29(2), 193-220. <https://doi.org/10.1023/A:1014221024304>
- Nello-Deakin, S. (2022). Exploring traffic evaporation: Findings from tactical urbanism interventions in Barcelona. *Case Studies on Transport Policy*, 10(4), 2430-2442. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.11.003>
- Nixon, H., Agrawal, A. W., & Simons, C. (2018). Slimming the Streets: Best Practices for Designing Road Diet Evaluations. *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal*, 88(3), 40-45.
- Nixon, H. K., Agrawal, A. W., Simons, C., United States. Department of Transportation., & Mineta Transportation Institute. (2017). *Designing road diet evaluations: Lessons Learned from San Jose's Lincoln Avenue Road Die* (1-1 online resource (PDF (121 pages)): color illustrations, color map). WorldCat.org. <https://transweb.sjsu.edu/sites/default/files/1629-road-diet-evaluation-design-lessons-learned-from-san-jose-lincoln-ave.pdf>
- Noland, R. B., Gao, D., Gonzales, E. J., & Brown, C. (2015). Costs and benefits of a road diet conversion. *Case Studies on Transport Policy*, 3(4), 449-458. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2015.09.002>
- Noland, R. B., & Lem, L. L. (2002). A review of the evidence for induced travel and changes in transportation and environmental policy in the US and the UK. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(1), 1-26.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *Transport Strategies for Net-Zero Systems by Design* (1-1 online resource). OECD

- Publishing; WorldCat.org. <https://doi.org/10.1787/0a20f779-en>
- Osorio, J., Liu, Y., & Ouyang, Y. (2022). Executive orders or public fear : What caused transit ridership to drop in Chicago during COVID-19? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 105, 103226.
- O'Toole, Randal. (2009). *Gridlock: Why we're stuck in traffic and what to do about it*. CATO Institute; WorldCat.org.
- Pozzoni, M., Ceccarelli, G., Gorrini, A., Manenti, L., & Sanfilippo, L. (2023). TomTom Data Applications for the Assessment of Tactical Urbanism Interventions: The Case of Bologna. *Sustainability*, 15(17), 12716. CrossRef. <https://doi.org/10.3390/su151712716>
- Sasidharan, M., Torbaghan, M. E., Fathy, Y., Rogers, C. D. F., Metje, N., & Schooling, J. (2023). Designing user-centric transport strategies for urban road space redistribution. *Communications in Transportation Research*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.comtmr.2023.100109>
- Steg, L., & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29(3), 309-317. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.10.004>
- Stiles, J., & Smart, M. J. (2021). Working at home and elsewhere: daily work location, telework, and travel among United States knowledge workers. *Transportation*, 48(5), 2461-2491.
- Sullivan, J. L., Novak, D. C., Aultman-Hall, L., & Scott, D. M. (2010). Identifying critical road segments and measuring system-wide robustness in transportation networks with isolating links : A link-based capacity-reduction approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(5), 323-336. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.02.003>
- Tennøy, A., & Hagen, O. H. (2021). Urban main road capacity reduction : Adaptations, effects and consequences. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 96. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102848>
- Tessier, M.-A. (2015). Développement d'indicateurs d'analyse et de suivi de la congestion routière [Master's thesis, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/1957/>
- Tønnesen, A., Hagen, O. H., & Tennøy, A. (2021). Use of public information for road-capacity reductions: A study of mediating strategies during tunnel rehabilitations in Oslo. *Transportation*, 48(5), 2263-2286. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11116-020-10128-6>
- Valença, G., Moura, F., & Morais de Sá, A. (2021). Main challenges and opportunities to dynamic road space allocation : From static to dynamic urban designs. *Journal of Urban Mobility*, 1, 100008. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2021.100008>
- Volker, J., Lee, A., & Handy, S. (2020). Induced Vehicle Travel in the Environmental Review Process. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2674, 036119812092336. <https://doi.org/10.1177/0361198120923365>
- Wöhner, F. (2022). Work flexibly, travel less? The impact of telework and flextime on mobility behavior in Switzerland. *Journal of transport geography*, 102, 103390.
- Xiao, C., Sluijs, E. van, Ogilvie, D., Patterson, R., & Panter, J. (2022). Shifting towards healthier transport: Carrots or sticks ? Systematic review and meta-analysis of population-level interventions. *The Lancet Planetary Health*,

- 6(11), e858-e869. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00220-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00220-0)
- Xie, F., & Levinson, D. (2011). Evaluating the effects of the I-35W bridge collapse on road-users in the twin cities metropolitan region. *Transportation Planning and Technology*, 34(7), 691-703. <https://doi.org/10.1080/03081060.2011.602850>
- Zhang, J., & Van Acker, V. (2017). Life-oriented travel behavior research: An overview. *Transportation Research Part A*, 104, 167-178. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.06.004>
- Zhang, X., Chen, J., Wang, W., & Jiang, D. (2009). *Efficiency and equity comparison of urban road space reallocation schemes*. 159-164. Scopus. [https://doi.org/10.1061/41039\(345\)27](https://doi.org/10.1061/41039(345)27)
- Zhu, S., Levinson, D., Liu, H. X., & Harder, K. (2010). The traffic and behavioral effects of the I-35W Mississippi River bridge collapse. *Transportation Research Part A*, 44(10), 771-784. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.07.001>
- Zolnik, E. J. (2018). Effects of additional capacity on vehicle kilometers of travel in the US: Evidence from National Household Travel Surveys. *Journal of Transport Geography*, 66, 1-9. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.10.020>

14. ANNEXES

14.1 Typologie de huit logiques de choix modal de Hosotte, 2022

Tableau 31 Typologie de huit logiques de choix modal de Hosotte, 2022

Logiques	Définition
Les « automobilistes exclusif.ve.s »	– n'utilisent que l'automobile dans la vie quotidienne. Leurs programmes d'activités se structurent autour des accessibilités offertes par ce moyen de transport ;
Les « prédisposé.e.s aux transports individuels motorisés »	– ont une préférence marquée pour l'utilisation de l'automobile et des deux-roues motorisés pour la liberté dans l'espace et le temps que ces moyens de transports permettent. Ces personnes sont attachées au franchissement rapide et individuel de l'espace. Leur principale différence par rapport aux « automobilistes exclusifs » est qu'ils utilisent d'autres moyens de transport que la voiture individuelle ou la moto dans leur vie quotidienne ;
Les « comparateur.trice.s d'efficacité »	– il s'agit de personnes qui sont avant tout réactives à la comparaison de l'efficacité des modes de transports. Elles vont ainsi privilégier les moyens de transports les plus rapides et offrant les meilleurs rapports qualité prix. Elles n'ont pas d'a priori négatifs sur les différents moyens de transport et ont de facto des pratiques très multimodales dans la vie quotidienne ;
Les « comparateur.trice.s de confort »	– il s'agit de personnes qui sont avant tout réactives à la comparaison du confort de déplacement. La recherche de confort et d'ergonomie du temps de déplacement est notamment motivée chez ces personnes par la volonté d'utiliser son temps de déplacement comme du temps libre, ou au contraire comme un temps de travail. Elles ont généralement des pratiques modales tournées vers les transports publics et en particulier vers le train ;
Les « prédisposé.e.s aux modes individuels »	– ce groupe se caractérise par l'attachement à l'autonomie du déplacement. Il s'agit de personnes qui évitent le plus possible d'être confrontées aux contraintes propres aux systèmes de transports collectifs, soit les lignes, les horaires et le voyage en commun. En termes de pratiques modales, il s'agit généralement de personnes qui combinent l'usage de l'automobile, de deux-roues motorisés, de vélo-électrique ou vélo, voire de marche ;
Les « prédisposé.e.s aux modes alternatifs »	– il s'agit des personnes qui n'aiment pas conduire et préfèrent utiliser d'autres moyens de transport. Dans le cas de ce type, la motivation à ne pas utiliser l'automobile n'est pas particulièrement motivée par des considérations écologiques, mais bien par le

- stress occasionné par la conduite (embouteillages, accidents, etc.) ;
- Les « prédisposés.e.s aux modes actifs » – privilégient l'usage des moyens de transports actifs (vélo, VAE et marche) et évitent le plus possible de se déplacer avec des moyens de transports motorisés dans leur vie quotidienne. Leur motivation à marcher et à faire du vélo apparaissent comme multiples et relèvent de la volonté d'autonomie, mais aussi de la volonté de faire de l'exercice physique, voire parfois de « ré-enchanter » son quotidien, car les modes actifs permettent d'avoir une grande attention aux lieux dans lesquels on circule ;
- Les « environnementalistes » – privilégient l'usage des moyens de transports écologiques pour être en accord avec leurs convictions. Leur image des différents modes de transport est marquée par les considérations environnementales. Il s'agit de personnes qui vont privilégier le plus systématiquement possible l'utilisation des moyens de transports qu'ils perçoivent comme étant les plus écologiques.

Tirée de Hosotte, 2022, p. 359

14.2 Grille d'enquête papier de Zhu et coll. 2010

Survey of Travel Behavioral Consequences of I-35W Bridge Collapse

Please complete the table, indicating the choice best describing your *MORNING COMMUTE* trip in the following time periods and draw your route(s) on the attached maps.

	Before Bridge Collapse	I-35W After Bridge Collapse August 2nd	Following Weeks	Current Status
Departure Time: (Typical time leaving home, to the nearest minute)				
Arrival time: (Typical time arriving at work, to the nearest minute)				
Travel Mode: (Please indicate the primary mode of travel) a) Drive alone b) Car/vanpool c) Bus/Light rail d) Bicycle e) Walk f) Other (Please specify)				
Route Choice (Please draw your routes on the attached maps. If you take bus or LR, please indicate the route and on and off stops.)	Please mark line(s) on the map 1	Please mark line(s) on the map 2	Please mark line(s) on the map 3 <i>If more than one, please indicate ALL of them.</i>	Please mark line(s) on the map 4
Travel Information Resources: (Which source(s) of information help you make travel decisions) a) Experience b) Call 511 c) Website d) TV e) Radio f) Co-workers g) Neighbors h) Family i) Others(Please specify)				
Motivation for Changes in Travel Choices: a) To reduce travel time b) Road or ramp closed c) Others (Please specify)				

Please answer the following.

Did the bridge collapse affect your travel: (Y/ N)

If so, did you cancel trip(s) (Y/ N) avoid certain destinations (Y/ N) change departure time (Y/ N) change mode (Y/ N) change route (Y/ N) work at home more frequently (Y/ N)

Where do you reside: (Please provide nearest cross street)

Where do you work: (Please provide nearest cross street)

Are you: Male Female

Do you have a flexible work schedule: (Y/ N)

How many people live in your household: How many children: age 0-5 age 6-16

How much time savings would be required for you to change routes: Minutes

How much time savings would be required for you to change travel modes: Minutes

How did you find out about the I-35W Bridge Collapse.

Please comment on the back about how you changed your travel behavior in response to the bridge collapse.

Tirée de Zhu et coll. 2010

14.3 Lettres d'invitation

Lettre de recrutement pour les employeurs

Titre : Recrutement pour une enquête sur l'adaptation des travailleurs à la fermeture partielle du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine

Bonjour,

Depuis le 31 octobre 2022, la fermeture partielle du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine pour des travaux de réfection majeure a changé les habitudes de déplacements des utilisateurs de cette infrastructure.

Pour mieux comprendre ces changements, l'École des sciences de la gestion de l'Université du Québec à Montréal réalise une enquête pour le compte du ministère des Transports et de la Mobilité durable. L'enquête cible les travailleurs qui utilisaient le tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine avant sa fermeture partielle.

Votre collaboration serait appréciée pour répondre à l'enquête ou faire suivre ce message d'invitation, comprenant le lien vers l'enquête, aux travailleurs concernés. Ces derniers ont jusqu'au 15 novembre pour y répondre.

Lien vers l'enquête : [Adaptation des travailleurs à la fermeture partielle du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine \(TLHL\) \(uqam.ca\)](#)

Pour nous assurer d'une importante participation de vos employés, nous vous ferons parvenir un autre message de rappel dans deux semaines.

Merci de votre collaboration.

Vos questions en lien avec l'enquête peuvent être adressées à :

Ugo Lachapelle | lachapelle.ugo@uqam.ca

Professeur titulaire

Département d'études urbaines et touristiques | École des sciences de la gestion
Université du Québec à Montréal

Bien cordialement,

Confidentialité des données

Les données resteront confidentielles et anonymes. Elles seront traitées par l'équipe de chercheurs sous la direction du professeur Ugo Lachapelle (UQAM) et par le Ministère de manière à calculer des valeurs moyennes et pourcentages. Les réponses uniques des individus ne seront jamais dévoilées. Pour plus de détails sur les questions éthique liées à ce projet, vous pouvez consulter le formulaire de consentement complet [ici](#) et le certificat d'éthique ([#2025-6845](#))

Lettre de recrutement pour abonnés à l'infolettre

Titre : Tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine - Recrutement pour participer à une enquête sur l'adaptation à la fermeture partielle du tunnel

Utilisez-vous le tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine pour vous rendre au travail avant sa fermeture partielle en octobre 2022?

Participez à l'enquête que l'École des sciences de la gestion de l'Université du Québec à Montréal réalise pour le compte du ministère des Transports et de la Mobilité durable.

Avec cette enquête, nous voulons mieux comprendre les répercussions de la fermeture partielle du tunnel sur vos habitudes de déplacements. Les résultats serviront à améliorer le processus de planification des futurs projets routiers.

L'enquête dure moins de quinze minutes. Merci d'y répondre d'ici le 15 novembre.

Lien vers l'enquête : [Adaptation des travailleurs à la fermeture partielle du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine \(TLHL\) \(uqam.ca\)](https://www.uqam.ca/transportation/etudes-et-recherche/etude-adaptation-travailleurs-fermeture-partielle-tunnel-louis-hippolyte-la-fontaine-tlhl)

Votre participation est importante pour nous. Merci!

Vos questions en lien avec l'enquête peuvent être adressées à :

Ugo Lachapelle | lachapelle.ugo@uqam.ca

Professeur titulaire

Département d'études urbaines et touristiques | École des sciences de la gestion
Université du Québec à Montréal

Confidentialité des données

Les données resteront confidentielles et anonymes. Elles seront traitées par l'équipe de chercheurs sous la direction du professeur Ugo Lachapelle (UQAM) et par le Ministère de manière à calculer des valeurs moyennes et pourcentages. Les réponses uniques des individus ne seront jamais dévoilées. Pour plus de détails sur les questions éthique liées à ce projet, vous pouvez consulter le formulaire de consentement complet [ici](#) et le certificat d'éthique ([#2025-6845](#))

14.4 Certificat d'éthique



CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

No. de certificat : 2025-6845
Date : 15 juillet 2024

Le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains (CIEREH) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains* (janvier 2020) de l'UQAM.

Protocole de recherche

Chercheur principal : Ugo Lachapelle

Unité de rattachement : Département d'études urbaines et touristiques

Titre du protocole de recherche : « Stratégies d'adaptation des usagers à des fermetures de routes à moyen et long terme : entretiens avec les usagers du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine ». Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH), programme Engagement partenarial. #892-2023-3124. ET « Évaluation du potentiel de méthodes pour mesurer l'évaporation de la circulation : cas du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine (TLHL) » Mandat de recherche R874.1. Direction générale de la mobilité et des partenariats stratégiques, Ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD).

Source de financement (le cas échéant) : CRSH

Date prévue de fin de projet : 31 décembre 2025

Équipe de recherche

Cochercheurs et partenaires : Maxime Savaria (Ministère des Transports et de la Mobilité durable du Québec)

Étudiants et auxiliaires de recherche: Roxane Bédard

Modalités d'application

Le présent certificat est valide pour le projet tel qu'approuvé par le CIEREH. Les modifications importantes pouvant être apportées au protocole de recherche en cours de réalisation doivent être communiqués rapidement au comité.

Tout évènement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité ou l'éthicité de la recherche doit être communiquée au comité. Toute suspension ou cessation du protocole (temporaire ou définitive) doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat est valide jusqu'au **15 juillet 2025**. Selon les normes de l'Université en vigueur, un suivi annuel est minimalement exigé pour maintenir la validité de la présente approbation éthique. Le rapport d'avancement de projet (renouvellement annuel ou fin de projet) est requis dans les trois mois qui précèdent la date d'échéance du certificat.

Louis-Philippe Auger
Coordonnateur du CIEREH

Pour: Yanick Farmer
Professeur

NAGANO Approbation du projet par le comité d'éthique suite à l'approbation conditionnelle
www.semweb.ca

1 / 2

Exporté le 2024-07-16 10:22 par Lachapelle, Ugo — CODE DE VALIDATION NAGANO: uqam24RNS4-63ce-4943-8652-0f1106f701f <https://uqam.nagano.ca/verification/uqam-624f24243ce-4943-8652-0f1106f701f>

14.5 Questionnaire d'enquête

Note : les lignes grises délimitent les blocs de questions de l'enquête, et les sections de texte soulignées en turquoise ne sont pas visibles aux répondants.

Adaptation des travailleurs à la fermeture partielle du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine (TLHL) **[Introduction au questionnaire]**

Le 31 octobre 2022, le tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine (TLHL) a été partiellement fermé à la circulation pour procéder à une réfection majeure de cette infrastructure construite dans les années 60.

Dans le cadre des fermetures partielles du TLHL, le ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD) offre des mesures d'atténuation aux utilisateurs impactés.

Nous menons actuellement une enquête auprès des utilisateurs du TLHL. Par cette enquête, nous voulons mieux comprendre vos habitudes de déplacement :

- 1) avant le début des travaux
- 2) depuis que le TLHL est partiellement fermé et
- 3) ce que vous envisagez une fois que les travaux seront terminés.

Nous voulons également mieux comprendre comment différents utilisateurs se sont adaptés à ce changement et si les mesures déployées par le Ministère ont été utiles.

Vos réponses nous permettront d'améliorer les interventions lors des différents travaux d'infrastructures routières qui auront lieu dans les prochaines années.

L'École des sciences de la gestion de l'Université du Québec à Montréal réalise cette étude pour le compte du ministère des Transports et de la Mobilité durable.

Confidentialité de vos données

Vos données sont confidentielles et anonymes. Elles seront traitées par l'équipe de chercheurs et les partenaires du Ministère de manière à calculer des valeurs moyennes et pourcentages. Les réponses uniques des individus ne seront jamais dévoilées.

Le projet a obtenu un certificat d'éthique de l'UQAM (#2025-6845). Vous pouvez consulter le formulaire de consentement ici [lien].

L'enquête dure moins de quinze minutes.

* Dans ce document, l'emploi du masculin pour désigner des personnes n'a d'autres fins que celle d'alléger le texte.

En continuant vers l'enquête vous signifiez accepter de participer à l'enquête
actuelle.

J'accepte de participer

Je refuse de participer [terminer l'enquête]

{Si terminer > message de fin pour non-conformité}

Nous vous remercions de votre intérêt pour notre projet de recherche.
Malheureusement, votre profil ne correspond pas à nos critères de recrutement.

Votre situation

Commençons par vous demander quelques questions sur vous et votre lieu de résidence pour s'assurer que vous faites partie de la population cible pour cette enquête.

Êtes-vous âgé(e) de 18 ans ou plus ?

Oui

Non

Utilisiez-vous le TLHL pour vous rendre à votre travail avant sa fermeture partielle qui a débuté le 31 octobre 2022?

Oui

Non

Veuillez sélectionner votre situation de résidence principale qui prévalait AVANT la fermeture partielle du TLHL (avant le 31 octobre 2022).

Je résidais sur la rive sud de Montréal (incluant Longueuil et la couronne sud)

Je résidais sur l'île de Montréal

Je résidais à Laval ou sur la rive nord de Montréal

Veuillez sélectionner votre lieu fixe de travail qui prévalait AVANT la fermeture partielle du TLHL (avant le 31 octobre 2022).

Je travaillais sur la rive sud (incluant Longueuil et la couronne sud)

Je travaillais sur l'île de Montréal

Je travaillais à Laval ou sur la rive nord de Montréal

Je n'ai pas de lieu fixe de travail, mais je traversais souvent le fleuve pour le travail

Je n'ai pas de travail

Note :

Si vous n'avez pas de lieu fixe de travail, vous pouvez pour le reste de l'enquête utiliser le lieu où vous travaillez le plus fréquemment.

{Quotas : terminer l'enquête si

-18 ans - non

-Je n'utilisais pas le TLHL

-Je n'ai pas de travail

- Mtl-Mtl : réside MtlNord – travaille MtlNord

- Sud-Sud : réside sud – travaille sud}

{Si terminé, message de fin pour non-conformité}

Vos options de transport actuelles en général

Avez-vous un permis de conduire? (incluant les permis d'apprenti(e) conducteur(-rice) et probatoires, mais pas les permis de cyclomoteur (scooter et mobylette))

Oui

Non

Quels sont les moyens de transport ou abonnements actuellement à votre disposition?

(Cocher tout ce qui s'applique)

Une automobile dont je suis le seul utilisateur

Une automobile que je partage avec un ou plusieurs membres de mon ménage

Une carte OPUS avec un abonnement mensuel de transport collectif

Une carte à puce avec des billets de transport collectif

Une bicyclette fonctionnelle (électrique ou non)

Un abonnement annuel ou mensuel au service de BIXI

Un abonnement à un service d'autopartage (Ex. : Communauto)

J'utilise parfois le covoiturage pour mes déplacements

Aucune de ces affirmations

Autre (veuillez préciser)

Est-ce envisageable de vous rendre en transport en commun vers le travail?

Oui

Non

{Condition : apparait si non}

Si non, quels sont les obstacles qui font en sorte que vous ne pouvez pas envisager vous rendre au travail en transport en commun?

(Cocher tout ce qui s'applique)

1; Je ne sais pas, je ne connais pas assez le réseau de transport en commun

2; Trop long par rapport au même déplacement en automobile

3; Trop compliqué en général

4; L'horaire du transport en commun ne répond pas à mes besoins

5; Trop de temps de marche pour me rendre à l'arrêt ou à la station utilisée au départ

6; Trop de temps de marche pour me rendre au travail de l'arrêt ou la station d'arrivée

7; Trop de correspondances à prendre

8; Trop difficile d'obtenir une place dans le stationnement incitatif

9; Ça ne cadre pas avec mes besoins de déplacements (par ex : reconduire les enfants)

Autre (veuillez préciser)

Afin d'en savoir plus sur votre quartier résidentiel (par exemple : distance au travail et proximité du transport en commun), nous avons besoin d'informations plus précises sur votre lieu de résidence. Veuillez répondre à au moins une des deux questions suivantes.

Quel est le code postal de votre résidence ? (Au format X0X 0X0)

ET/OU

Pourriez-vous nous indiquer les noms des rues de l'intersection la plus proche de votre maison.

Rue 1

Rue 2

Dans quelle municipalité (ou arrondissement de Montréal) se trouve votre résidence?

Votre emploi et votre employeur (ou vous si vous êtes entrepreneur ou travailleur autonome)

Quel est votre statut actuel?

Travailleur à temps plein

Travailleur à temps partiel

Autre (étudiant, retraité, au chômage, etc.)

Actuellement, quel genre d'horaire de travail avez-vous le plus fréquemment?

Temps plein traditionnel (exemple : 9h à 17h)

Quart de travail matinée

Quart de travail après-midi

Quart de travail soirée

Quart de travail nuit

Quart de travail de fin de semaine

Horaire variable

Certains emplois ont des caractéristiques ou avantages sociaux qui peuvent influencer vos déplacements. Votre employeur offre-t-il :

(Cocher tout ce qui s'applique)

**Le terme « gratuit » désigne un stationnement sans frais ou aux frais de l'employeur, disponible pour l'employé.*

Possibilité de faire du télétravail

Flexibilité sur les horaires de travail (choix des jours)

Flexibilité sur les heures d'arrivée et de départ

Stationnement automobile gratuit*

Supports à vélo

Supports à vélo sécurisés (dans un garage ou un enclos)

Douches

Titre de transport en commun OPUS & Cie

Autres mesures que l'employeur offre pour aider les travailleurs dans leurs déplacements

(Par ex. service de navette, tickets de taxi.)

Pouvez-vous décrire ces mesures?

Actuellement, dans une semaine moyenne, combien de jours travaillez-vous au total?

Parmi ces {x} jours, combien de jours faites-vous du télétravail?

Note : La valeur doit être égale ou plus basse au nombre de jours travaillés.

if((G4Q00005.NAOK >G4Q00004.NAOK), "", "")

{if((G4Q00005.NAOK >G4Q00004.NAOK), "La valeur doit être égale ou plus basse au nombre de jours travaillés.", "")}

Afin de mieux comprendre vos déplacements vers le travail, nous avons besoin d'informations plus précises sur votre lieu d'emploi. Veuillez répondre de votre mieux aux questions suivantes.

Quel est le code postal de votre lieu de travail ? (Au format X0X 0X0)

ET/OU

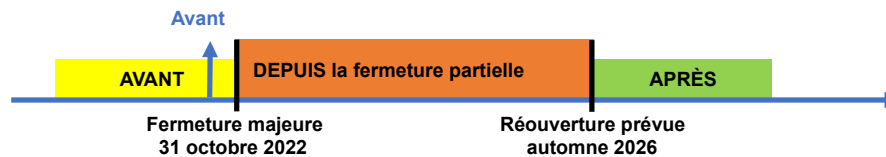
Pourriez-vous nous indiquer les noms de rue de l'intersection la plus proche de votre lieu de travail?

Rue 1

Rue 2

Dans quelle municipalité (ou arrondissement de Montréal) se trouve votre lieu de travail?

Vos déplacements entre la rive sud et Montréal passant par le TLHL AVANT sa fermeture partielle (avant le 31 octobre 2022)



Pour les prochaines questions, pensez à votre vie et vos déplacements en général avant la fermeture partielle du tunnel qui a débuté le 31 octobre 2022 (pour un jour en septembre 2022 par exemple). Nous comprenons qu'il est difficile de se souvenir précisément de ces activités, mais faites de votre mieux.

TRAVAIL

Pensez à vos déplacements vers le travail qui utilisait le TLHL AVANT sa fermeture partielle (31 octobre 2022).

Quel mode de transport utilisiez-vous le plus souvent pour un déplacement vers le travail?

(Pour UN seul déplacement vers le travail)

(Cocher tout ce qui s'applique)

- 1;Auto conducteur
- 2;Auto passager
- 3;Autobus
- 4;Métro
- 5;Train de banlieue
- 6;Autre train
- 7;Taxi
- 8;Moto
- 9;Vélo (électrique ou traditionnel)
- 10;Marche
- 11;Autre mode de transport actif (Ex. : patins à roulettes)
- 12;Transport adapté
- 13;Navette fluviale

En général, à quelle heure quittiez-vous la maison vers le travail?

Veuillez compléter le menu des heures et des minutes.

Veuillez compléter

En moyenne, combien de temps duraient vos trajets vers le travail? (Durée du déplacement porte-à-porte)

Si le déplacement est de moins d'une heure, vous devez tout de même ajouter 0 au menu des heures.

Veuillez compléter

AUTRES DÉPLACEMENTS

Pensez maintenant à vos déplacements autres que vers le travail qui nécessitaient d'utiliser le TLHL AVANT sa fermeture partielle (31 octobre 2022)?
Outre les déplacements pour le travail, quelle était la raison la plus fréquente pour un déplacement utilisant le TLHL?

(Choisissez UNE raison)

- 1;Aucun déplacement
 - 2;Magasinage, restauration
 - 3;Loisir ou activités culturelles
 - 4;Visite d'amis ou de parenté
 - 5;Rendez-vous de santé
 - 6;Reconduire ou chercher quelqu'un
 - 7;Activité hors de la région métropolitaine (Ex. : chalet, tourisme, plein air)
- Autre (Précisez) :

{si Aucun déplacement, prochaine section – ACTUEL}

À quelle fréquence faisiez-vous ce déplacement pour cette raison ({x})?

- 1;Tous les jours
- 2;4-5 fois par semaine
- 3;2-3 fois par semaine
- 4;1 fois par semaine
- 5;2-3 fois par mois
- 6;1 fois par mois
- 7;Moins de 1 fois par mois

Quel mode de transport aviez-vous tendance à utiliser le plus souvent pour un déplacement pour cette raison ({x})?

(Pour UN seul déplacement)

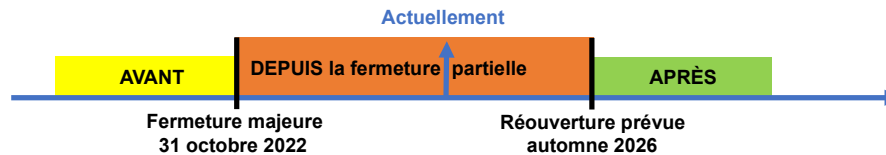
(Cocher tout ce qui s'applique)

- 1;Auto conducteur
- 2;Auto passager
- 3;Autobus
- 4;Métro
- 5;Train de banlieue
- 6;Autre train
- 7;Taxi
- 8;Moto
- 9;Vélo (électrique ou traditionnel)
- 10;Marche
- 11;Autre mode de transport actif (Ex. : patins à roulettes)
- 12;Transport adapté
- 13;Navette fluviale

En moyenne, combien de temps dureraient vos trajets pour ce déplacement pour
cette raison (x)?
(Durée du déplacement porte-à-porte)

Si le déplacement est de moins d'une heure, vous devez tout de même ajouter
0 au menu des heures.
Veuillez compléter

Vos déplacements ACTUELS entre la rive sud et Montréal, soit depuis la fermeture partielle du TLHL (après le 31 octobre 2022)



Pour les prochaines questions, pensez à votre vie et vos déplacements en général la semaine passée.

Pour la suite du questionnaire, nous nous intéressons à tous vos déplacements ACTUELS entre la rive sud et Montréal, et non uniquement à ceux passant par le TLHL. L'idée est d'évaluer comment la fermeture partielle du TLHL a impacté vos déplacements qui passaient auparavant par le TLHL.

TRAVAIL

Pensez spécifiquement à vos déplacements ACTUELS vers le travail qui nécessitent de traverser entre la rive sud et Montréal. Quel mode de transport avez-vous tendance à utiliser le plus souvent pour un déplacement vers le travail actuellement?

(Pour UN seul déplacement vers le travail)

(Cocher tout ce qui s'applique)

- 1;Auto conducteur
- 2;Auto passager
- 3;Autobus
- 31;REM
- 4;Métro
- 5;Train de banlieue
- 6;Autre train
- 7;Taxi
- 8;Moto
- 9;Vélo (électrique ou traditionnel)
- 10;Marche
- 11;Autre mode de transport actif (Ex. : patins à roulettes)
- 12;Transport adapté
- 13;Navette fluviale

Si vous traversez le fleuve en voiture, vélo, moto ou autobus, pour aller au travail quel pont utilisez-vous généralement?

[Liste des ponts vers la rive sud]

- 1;Tunnel L-H-La Fontaine
- 2; pont Jacques-Cartier
- 3; pont Victoria
- 4; pont Samuel-De-Champlain
- 5; pont Honoré-Mercier
- 6; Je ne traverse pas le fleuve en voiture, moto ou autobus

En général, à quelle heure quittez-vous la maison vers le travail?
Veuillez compléter le menu des heures et des minutes.
Veuillez compléter

En moyenne, combien de temps durent vos trajets vers le travail?
(Durée du déplacement porte-à-porte)
Si le déplacement est de moins d'une heure, vous devez tout de même ajouter
0 au menu des heures.
Veuillez compléter

AUTRES DÉPLACEMENTS

Pensez maintenant à vos déplacements ACTUELS autres que vers le travail qui
nécessitent de traverser entre la rive sud et Montréal?

Outre les déplacements pour le travail, quelle est la raison la plus fréquente pour
un déplacement traversant le fleuve?

(Choisissez UNE raison)

1;Aucun déplacement

2;Magasinage, restauration

3;Loisir ou activités culturelles

4;Visite d'amis ou de parenté

5;Rendez-vous de santé

6;Reconduire ou chercher quelqu'un

7;Activité hors de la région métropolitaine (Ex. : chalet, tourisme, plein air)

Autre (Précisez) :

{si Aucun déplacement, prochaine section}

À quelle fréquence faites-vous ce déplacement pour cette raison (x)?

1;Tous les jours

2;4-5 fois par semaine

3;2-3 fois par semaine

4;1 fois par semaine

5;2-3 fois par mois

6;1 fois par mois

7;Moins de 1 fois par mois

Quel mode de transport avez-vous tendance à utiliser le plus souvent pour ce déplacement pour cette raison (x)?

(Pour UN seul déplacement)

(Cocher tout ce qui s'applique)

1;Auto conducteur

2;Auto passager

3;Autobus

31;REM

4;Métro

5;Train de banlieue

6;Autre train

7;Taxi

8;Moto

9;Vélo (électrique ou traditionnel)

10;Marche

11;Autre mode de transport actif (Ex. : patins à roulettes)

12;Transport adapté

13;Navette fluviale

Si vous traversez en voiture, moto ou autobus pour ce déplacement, quel pont utilisez-vous le plus souvent?

1;Tunnel L-H-La Fontaine

2; pont Jacques-Cartier

3; pont Victoria

4; pont Samuel-De-Champlain

5; pont Honoré-Mercier

6; Je ne traverse pas le fleuve en voiture, moto ou autobus

En moyenne, combien de temps durent vos trajets pour ce déplacement pour cette raison (x)?

(Durée du déplacement porte-à-porte)

Si le déplacement est de moins d'une heure, vous devez tout de même ajouter 0 au menu des heures.

Veuillez compléter

RÉCAPITULATIF : Changements dans vos déplacements DEPUIS le début de la fermeture partielle du tunnel (octobre 2022)

TRAVAIL

Pensez maintenant spécifiquement à vos déplacements vers le travail. En réponse à la fermeture partielle du TLHL, avez-vous changé vos habitudes de déplacement vers le travail, et si oui, de quelle(s) façon(s)?
(Cocher tout ce qui s'applique)

- 1;J'ai réduit la fréquence de mes déplacements traversant le fleuve (par exemple, en faisant plus de 2;télétravail)
- 3;J'ai changé de lieu de travail pour éviter de traverser le fleuve
- 4;J'ai changé de mode de transport
- 5;J'ai changé mes horaires de déplacement (par exemple, quitter plus tôt le matin)
- 6;J'ai changé de trajet (par exemple, utiliser un autre pont ou passage)
- 7;J'évite de faire tout déplacement qui traverse le fleuve
- 8;Je n'ai pas changé mes habitudes

Si vous avez continué de traverser le fleuve pour vous rendre au travail, peu importe le mode de transport ou le trajet, comment se comparent vos temps de déplacements ACTUELS par rapport à ce qu'ils étaient AVANT la fermeture partielle du TLHL?

	1;Beaucoup plus longs	2;Un peu plus longs	3;À peu près égaux	4;Un peu plus courts	5;Beaucoup plus courts
--	-----------------------	---------------------	--------------------	----------------------	------------------------

AUTRES DÉPLACEMENTS

Pensez maintenant à l'ensemble de vos autres déplacements (excluant le travail). En réponse à la fermeture partielle du TLHL, avez-vous changé vos habitudes de déplacement en général, et si oui, de quelle(s) façon(s)?
(Cocher tout ce qui s'applique)

- J'ai réduit la fréquence de mes déplacements traversant le fleuve
- J'ai changé de destination pour éviter de traverser le fleuve
- J'ai parfois changé de mode de transport
- J'ai généralement changé de mode de transport
- J'ai changé mes horaires de déplacement
- J'ai changé de trajet (par exemple, utiliser un autre pont ou passage)
- J'évite de faire tout déplacement qui traverse le fleuve
- Je n'ai pas changé mes habitudes

Par rapport à AVANT la fermeture partielle du TLHL, que pensez-vous généralement de l'état de la congestion lors de vos traversées?

Lorsque vous traversez :

Répondez sur une échelle de 0 à 5 :

- 0- Ne s'applique pas; 1- Beaucoup plus de congestion; 2- Un peu plus de congestion; 3- À peu près égal; 4- Un peu moins de congestion; 5- Beaucoup moins de congestion

	Ne s'applique pas	Beaucoup plus de congestion	Un peu plus de congestion	À peu près égal	Un peu moins de congestion	Beaucoup moins de congestion
le tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine						
Les autres ponts entre la Rive-Sud et Montréal						

{Condition : si « Je n'ai pas changé mes habitudes »aux deux questions précédentes Travail et autres , prochaine section - mesures}

Nos habitudes de déplacements peuvent changer au fil du temps pour plusieurs raisons.

Depuis le début de la fermeture partielle du TLHL en octobre 2022, est-ce que vous avez vécu certains de ces changements qui auraient affecté vos déplacements?

(Cocher tout ce qui s'applique)

Les changements sont ENTIÈREMENT attribuables aux travaux du tunnel

Nouveau-né dans mon ménage

Déménagement

Changement du lieu d'emploi

Passage au chômage

Nouvel horaire de travail

Enfants ont quittés le domicile

Autres

Mesures d'atténuation du ministère des Transports et de la Mobilité durable

Le MTMD a déployé des mesures d'atténuation des impacts pour permettre aux utilisateurs de s'adapter durant la fermeture partielle du TLHL. Laquelle ou lesquelles avez-vous utilisées?

(Cocher tout ce qui s'applique)

- 1;Je n'ai utilisé aucune mesure
- 2;Je ne savais pas que le MTMD avait déployé des mesures d'atténuation des impacts
- 3;Stationnement incitatif
- 4;Programme de covoiturage
- 5;Navette d'autobus gratuites (520, 532, 461, 462 et 61)
- 6;Fréquence de service additionnelle sur certaines lignes
- 7;Navette fluviale

{si Je n'ai utilisé aucune mesure, section suivante}

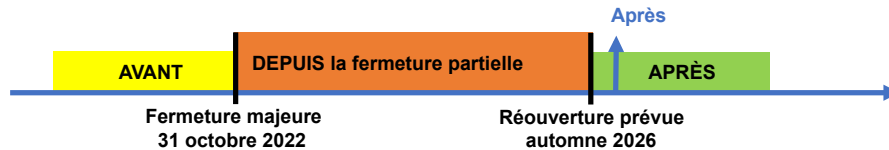
Pour toutes les mesures d'atténuation que vous avez utilisées, veuillez indiquer en général votre niveau de satisfaction

Répondez sur une échelle de 0 à 5 :

- 0- Ne s'applique pas, je n'ai pas utilisé; 1- Très satisfait; 2- Assez satisfait; 3- Neutre; 4- Peu satisfait; 5- Très insatisfait

	Ne s'applique pas, je n'ai pas utilisé	Très satisfait	Assez satisfait	Neutre	Peu satisfait	Très insatisfait
3;Stationnement incitatif						
4;Programme de covoiturage						
5;Navette d'autobus gratuites (520, 532, 461, 462 et 61)						
6;Fréquence de service additionnelle sur certaines lignes						
7;Navette fluviale						

Vos déplacements anticipés entre la rive sud et Montréal APRÈS la réouverture complète du TLHL



Le tunnel sera complètement rouvert à la circulation au terme des travaux de réparation.

Par rapport à vos déplacements ACTUELS vers le travail, que pensez-vous faire APRÈS la réouverture?

(Cocher tout ce qui s'applique)

- 1;Revenir à mes habitudes d'avant la fermeture partielle du TLHL
- 2;Maintenir mes déplacements entre la rive sud et Montréal comme ils le sont actuellement
- 3;Augmenter mes déplacements entre la rive sud et Montréal
- 4;Traverser le fleuve par d'autres ponts
- 5;Traverser le fleuve par d'autres modes de transport
- 6;Faire moins de télétravail qu'actuellement
- 7;Faire autant ou plus de télétravail qu'actuellement

Pensez maintenant à vos autres déplacements (excluant vers le travail) qui nécessitent de traverser le fleuve. Par rapport à vos autres déplacements ACTUELS, en général, que pensez-vous faire APRÈS la réouverture?

(Cocher tout ce qui s'applique)

- 1;Revenir à mes habitudes d'avant la fermeture partielle du TLHL
- 2;Maintenir mes déplacements entre la rive sud et Montréal comme ils le sont actuellement
- 3;Augmenter mes déplacements entre la rive sud et Montréal
- 4;Traverser le fleuve par d'autres ponts
- 5;Traverser le fleuve par d'autres modes de transport

Caractéristiques de vous et votre ménage

Quel âge avez-vous?

Vous vous identifiez comme ?

Homme

Femme

Autre

Si autre, spécifiez si vous le désirez :

Quel est approximativement le revenu total de votre ménage avant impôt (brut) actuellement?

1; Moins de 15 000 \$

2; 15 000 \$ à 29 999 \$

3; 30 000 \$ à 44 999 \$

4; 45 000 \$ à 59 999 \$

5; 60 000 \$ à 79 000 \$

6; 80 000 \$ à 99 999 \$

7; 100 000 \$ à 149 999 \$

8; 150 000 \$ à 199 999 \$

9; 200 000 \$ et plus

10; Ne sait pas

11; Préfère ne pas répondre

Combien de personnes habitent votre domicile ou logement y compris vous-même?

Qui inclure dans ce nombre?

Inclure :

- Vous-même

- Conjoint ou conjointe

- Les enfants en garde partagée s'ils étaient présents à votre domicile la semaine passée

- Les chambreuses, chambreurs et colocataires

(Par ex. moi, ma conjointe et deux enfants = 4)

Si vous avez des enfants de moins de 16 ans, indiquez combien

Comment améliorer vos déplacements entre les deux rives?

L'augmentation de la capacité routière (nouvelles routes, élargissements de routes) requiert des dépenses publiques importantes. La réfection d'infrastructures existantes aussi.

Comment les pouvoirs publics devraient, selon vous, répondre aux problèmes de congestion des ponts à Montréal?

Note : Cette question est posée pour des fins de recherche universitaire. Les choix de réponse ne représentent pas nécessairement les stratégies considérées par le ministère des Transports et de la Mobilité durable.

Répondez sur une échelle de 1 à 5 :

1- Pas du tout d'accord; 2- Pas très d'accord; 3- Neutre; 4- Assez d'accord; 5- Tout à fait d'accord

{Aléatoire}

	Pas du tout d'accord	Pas très d'accord	Neutre	Assez d'accord	Tout à fait d'accord
Établir des péages sur les ponts					
Augmenter les dépenses publiques sur les routes et les ponts (bâtir, agrandir)					
Augmenter les dépenses publiques pour le transport en commun comme alternative (bâtir, agrandir)					
Laisser les niveaux de congestion influencer les choix des automobilistes					
Ajouter des voies réservées aux autobus					
Favoriser le télétravail pour réduire les					

déplacements de la population					
Favoriser l'achat en ligne pour réduire les déplacements de la population					

Commentaires finaux

Voulez-vous nous donner des détails sur l'impact de la fermeture partielle du TLHL sur vos activités et l'organisation de votre quotidien?

[Question ouverte longue]

Avez-vous des commentaires sur les mesures d'atténuation déployées par le Ministère?

[Question ouverte moyenne]

Que pensez-vous des communications du Ministère au sujet du tunnel?

[Question ouverte moyenne]

Seriez-vous ouvert à ce que l'équipe de recherche vous contacte pour approfondir certaines de vos réponses concernant vos déplacements dans l'axe du TLHL depuis la mise en place des travaux du MTMD ? Si oui, inscrivez votre courriel ici.

Page de fin de l'enquête

Merci pour votre précieuse participation!
