



HAL
open science

Évaluation de l'impact de la gratuité des transports en commun sur leur fréquentation. Application au cas de Clermont Auvergne Métropole

Stéphanie Truchet-Aznar, Chloé Duvivier, Jacques Veslot

► **To cite this version:**

Stéphanie Truchet-Aznar, Chloé Duvivier, Jacques Veslot. Évaluation de l'impact de la gratuité des transports en commun sur leur fréquentation. Application au cas de Clermont Auvergne Métropole. 60ème colloque de l'ASRDLF, ASRDLF, Jun 2024, Strasbourg, France. hal-04747019

HAL Id: hal-04747019

<https://hal.science/hal-04747019v1>

Submitted on 21 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Evaluation de l'impact de la gratuité des transports en commun sur leur fréquentation. Application au cas de Clermont Auvergne Métropole.

Assessing the impact of fare-free public transport on ridership. The case of Clermont Auvergne Metropole.

Stéphanie TRUCHET-AZNAR

INRAE, UMR Territoires

stephanie.truchet-aznar@inrae.fr

N°ORCID : 0000-0002-4164-1328

Auteur correspondant

Chloé DUVIVIER

INRAE, UMR Territoires

chloe.duvivier@inrae.fr

N°ORCID : 0000-0001-9647-1285

Jacques VESLOT

INRAE, UMR Territoires

jacques.veslot@inrae.fr

N°ORCID : 0009-0002-0065-5958

Mots-clés

Gratuité des transports en commun ; mobilité des ménages ; politiques de transport ; transition des territoires.

Keywords

Free public transport; household mobility; territorial transition; transport policies.

Classification JEL : O18 ; R48 ; D04.



Résumé

En France comme à l'étranger, les collectivités territoriales recourent de manière croissante à la gratuité des transports en commun pour répondre à des objectifs sociaux et/ou environnementaux. Or, peu de travaux scientifiques évaluent les effets réels de cette mesure. Nous analysons l'effet de la mesure de gratuité le week-end mise en place par Clermont Auvergne Métropole en 2021. Pour cela, nous utilisons un modèle économétrique basé sur une comparaison de la fréquentation des transports en commun avant et après la mise en place de la mesure et contrôlons l'effet des principaux déterminants de la demande de transport en commun. Nos résultats montrent que, sur les lignes et arrêts analysés, la gratuité a entraîné une hausse de 47 % de la fréquentation le week-end. Nos résultats indiquent également que l'effet de la gratuité est plus élevé pour le tramway que pour les lignes de bus.

Abstract

In a context marked by climate change and, more broadly, by a profound environmental crisis, the transport sector and household mobility are at the heart of territorial transition issues. In response to these challenges, in France and abroad, local authorities are increasingly using fare-free public transport, to encourage modal shift and also to meet a social objective of improving mobility for the most disadvantaged people. However, there is little scientific research to assess the real impact of this measure. This paper analyses the effect of the free weekend public transport measure launched in December 2022 by Clermont Auvergne Metropole. We use an econometric model comparing public transport ridership before and after the measure for the same public transport line and direction, at the same stop, during the same time period and on the same day of the weekend (Saturday or Sunday). Estimates are based on ticket validation data before the measure and manual counts after. In order to isolate the effect of the free transport measure, we introduce control variables relating to the main determinants of public transport ridership (e.g. public transport supply, fuel prices, weather data). We also introduce variables controlling for the potential effects of the Covid-19 crisis on household mobility. Our results show that free-fare public transport has led to an increase in weekend ridership of 47 % on the routes and stops observed. We also find that the measure effect is greater for the tramway line than for the bus lines. To our knowledge, this study is the first econometric analysis of the effect of free public transport applied to a French city.

Points clés (en français uniquement)

- Nous analysons l'effet de la mesure de gratuité le week-end mise en place par Clermont Auvergne Métropole en 2022.
- La gratuité a entraîné + 47 % de fréquentation des transports en commun le week-end sur les lignes et arrêts analysés.
- L'effet de la gratuité est plus élevé pour le tramway que pour les lignes de bus.



-1-

Introduction

Dans un contexte marqué par le changement climatique et, plus largement, par une crise environnementale profonde, le secteur des transports et la mobilité des personnes se situent au cœur des questions de transition territoriale. En effet, les transports sont à l'origine d'une grande part des émissions de CO₂ et de polluants locaux, dont les conséquences environnementales (ex : changement climatique) et sanitaires ne sont plus à démontrer (Medina *et al.*, 2021). Face à ces enjeux, les politiques de mobilité cherchent à favoriser une transition vers des systèmes de mobilité plus durables au sein des territoires en jouant sur différents leviers d'action (Bigo, 2020) : le taux de remplissage des véhicules (covoiturage), l'efficacité énergétique des véhicules, la décarbonation de l'énergie, la modération de la demande de transport (sobriété) et le report modal. Pour encourager le report modal, les politiques de mobilité s'appuient principalement sur deux types de mesures : des mesures coercitives (ex : Zones à Faibles Emissions mobilité) ou des mesures incitatives (ex : développement de l'offre de transport en commun). Si les premières sont considérées par certains comme plus efficaces pour répondre aux enjeux environnementaux (Taylor et Fink, 2013), elles sont souvent perçues négativement et peuvent s'avérer particulièrement injustes pour les catégories les plus modestes de la population. Parmi les mesures incitatives, la gratuité des transports en commun, qui répond également à un objectif social d'amélioration de la mobilité des personnes les plus modestes, est de plus en plus populaire, comme en atteste la place de cette mesure dans les propositions des candidats et candidates aux élections municipales de 2020 en France (Observatoire des villes du transport gratuit, 2020 ; GART, 2019).

Malgré l'intérêt croissant des villes pour cette mesure, en France comme à l'étranger (ex : Tallin, Boston, Seattle, Los Angeles), peu de travaux scientifiques en ont évalué les effets réels (Brough *et al.*, 2022). Par ailleurs, si les analyses empiriques existantes concluent que la gratuité des transports en commun engendre une hausse de leur fréquentation, la magnitude des effets observés varie fortement d'une ville à l'autre (Cats *et al.*, 2014 ; 2017 ; Crozet *et al.*, 2019 ; Huré et Javary, 2020). Cette importante variabilité des résultats peut être liée aux différences de contexte ou encore aux types de mesures de gratuité mises en place. En effet, la gratuité des transports en commun peut être totale, et concerner alors l'ensemble des usagers, des lignes de transport en commun, des jours de la semaine, ou elle peut être partielle. On distingue généralement quatre formes de mesures de gratuité partielle (Kębłowski, 2020) : i) temporaire (ex : mesure mise en place à titre expérimental pendant quelques mois), ii) temporellement ciblée (ex : gratuité sur certains jours de la semaine ou certaines heures de la journée), iii) spatialement ciblée (ex : gratuité sur certaines zones ou certaines lignes du réseau de transport en commun), iv) limitée socialement (ex : gratuité réservée à certaines catégories de la population). Ainsi, l'effet de la gratuité sur la fréquentation des transports en commun est donc susceptible de varier selon que la gratuité est totale ou partielle et selon que le caractère partiel de la mesure porte sur la durée, l'espace, la période ou le segment de population. Enfin, les différences observées dans les résultats peuvent également être liées en partie aux méthodologies d'analyse employées. En effet, une partie des études existantes reposent sur des statistiques descriptives et ne tiennent pas compte de certaines évolutions concomitantes à la mesure de gratuité des



transports en commun, qui peuvent également impacter leur fréquentation (ex : augmentation des tarifs de stationnement, amélioration du réseau de transport en commun). Dans ce cas, les résultats obtenus risquent de surestimer les effets propres de la gratuité (Fearnley, 2013 ; Roderich, 2020). Aussi, l'impact réel de la gratuité des transports en commun sur leur fréquentation (amplitude et variation de l'effet selon le type de lignes de transport) reste mal identifié.

Cette communication apporte des éléments de réponse à ces questions à travers une analyse centrée sur le cas de Clermont Auvergne Métropole, qui a instauré la gratuité des transports en commun le week-end en décembre 2021.

Clermont Auvergne Métropole constitue un cas d'étude particulièrement intéressant. En effet, contrairement à d'autres villes, la mesure de gratuité a été mise en place dans un contexte où le réseau de transport en commun et, plus largement, la politique de transport et de mobilité locale (ex : infrastructures et services relatifs au vélo ou à la voiture) sont restés constants. Or, dans nombre de cas, la mesure de gratuité s'inscrit dans une politique de mobilité et d'urbanisme plus globale et s'accompagne d'autres évolutions (ex : voirie, augmentation du nombre de lignes de transport en commun). Ainsi, dans le cas de la communauté urbaine de Dunkerque, la mesure de gratuité a coïncidé avec une amélioration du réseau de transport en commun (amélioration des temps de trajet et du confort), la mise en place de vélos en libre-service gratuits et un vaste programme de réaménagement du centre-ville (Huré et Javary, 2020). Ces autres mesures, qui influent également sur la fréquentation des transports en commun, rendent alors difficile l'identification statistique de l'effet propre de la gratuité des transports en commun.

Notre analyse repose sur un modèle économétrique, qui permet de comparer l'évolution de la fréquentation des transports en commun avant et après la mesure de gratuité pour une même ligne et direction, à un même arrêt, sur une même tranche horaire et sur un même jour du week-end (samedi ou dimanche). Afin d'isoler l'effet de la mesure de gratuité, nous introduisons des variables de contrôle portant sur les principaux déterminants de la fréquentation des transports en commun, notamment l'offre de transports en commun, le prix des carburants et des données météorologiques.

A notre connaissance, il s'agit de la première analyse économétrique visant à isoler l'effet de la gratuité des transports en commun sur la fréquentation portant sur une ville française. Les résultats indiquent que, dans le cas de Clermont Auvergne Métropole, la gratuité a entraîné une hausse de 47 % de la fréquentation des transports en commun le week-end sur les lignes et les arrêts pris en compte dans l'analyse. L'analyse de l'hétérogénéité de l'effet montre également que la gratuité a un effet plus important pour la ligne de tramway que pour les lignes de bus. En revanche, on n'observe pas de différence significative de l'effet de la mesure entre le samedi et le dimanche.



-2-

Revue de littérature : quels effets de la gratuité des transports en commun sur leur fréquentation ?

Relativement peu de travaux empiriques évaluent de manière rigoureuse l'impact de la gratuité sur la fréquentation des transports en commun. Dans l'ensemble, les analyses statistiques aboutissent à un constat partagé et concluent que la gratuité des transports en commun engendre une hausse de leur fréquentation. Mais la magnitude des effets observés varie fortement d'un cas d'étude à un autre (Section 2.1). Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette importante hétérogénéité (Section 2.2).

2.1. Des effets observés positifs... mais d'amplitude variable

Dans une synthèse de travaux réalisés dans plusieurs villes d'Europe et des Etats-Unis, Fearnley (2013) montre que la gratuité entraîne, dans certains cas, une hausse modérée de la fréquentation des transports en commun (de 20-30 %) et, dans d'autres cas, une hausse très importante (fréquentation décuplée à Hasselt ou Templin). Les effets de la gratuité observés à Tallinn sont, quant à eux, bien plus limités. En effet, cette mesure aurait conduit à une hausse de la fréquentation des transports en commun de 1,2 % quatre mois après le début de la mesure (Cats *et al.*, 2014) et de 14 % près d'un an après (Cats *et al.*, 2017).

Les travaux menés sur des cas français aboutissent également à des effets significatifs mais très variables selon les villes (Crozet *et al.* 2019). Sur Dunkerque, l'enquête réalisée par Huré et Javary (2020) auprès des usagers des bus indique que 50 % d'entre eux déclarent utiliser davantage ce mode de transport après la mise en place de la gratuité. Crozet *et al.* (2019) observent également un fort accroissement de la fréquentation des transports en commun suite à la mise en place de leur gratuité sur les villes d'Aubagne, Châteauroux, Gap et Vitré, et concluent que, dans certains cas, la fréquentation des transports en commun fait plus que doubler par rapport à son niveau avant la gratuité.

2.2. Les facteurs d'hétérogénéité de l'effet de la gratuité des transports en commun

Cette importante variabilité de l'effet de la gratuité sur la fréquentation des transports en commun peut s'expliquer par des différences de contexte mais aussi par les méthodes d'analyse utilisées.

2.2.1. Une hétérogénéité liée aux éléments de contexte

Tout d'abord, l'effet de la mesure de gratuité peut varier selon *les caractéristiques du réseau et du service de transports en commun*. Si le niveau de tarification des transports en commun avant la mise en place de la gratuité est bas, l'effet de la mesure risque d'être limité comme l'illustre le cas de Tallinn, où le prix des transports en commun était déjà très faible et où un accès gratuit aux transports existait déjà pour certains groupes de la population (ex :



seniors) (Cats *et al.*, 2017 ; Hess, 2017). En accord avec la notion de coût généralisé¹, les travaux empiriques mettent en évidence le fait que le coût monétaire ne constitue pas le seul déterminant dans le choix des transports en commun et que le niveau et la qualité de l'offre de transport en commun peuvent conditionner l'effet d'une mesure de gratuité sur la fréquentation des transports en commun. Cette dimension renvoie à l'accessibilité des transports en commun et au maillage du réseau (Bull *et al.*, 2021), à la fréquence de passage des transports en commun et au degré de saturation du réseau (Cordier, 2007 ; David *et al.*, 2018) ou encore à la qualité du service en termes de confort à bord, de fiabilité, etc. (Abou-Zeid et Ben-Akiva, 2012). Ces résultats suggèrent ainsi que l'effet d'une mesure de gratuité sur la fréquentation des transports en commun sera d'autant plus fort qu'elle intervient dans un contexte où le réseau correspond bien aux besoins des potentiels usagers.

Ensuite, l'effet de la gratuité peut varier selon *les caractéristiques de la ville* qui met en place la mesure. Ainsi, pour Crozet *et al.* (2019), la gratuité des transports en commun pourrait être plus efficace dans le cas des villes petites et moyennes, car la part modale des transports en commun y est généralement plus faible que dans les grandes villes. La gratuité présenterait alors un plus fort potentiel de report modal. Néanmoins, l'effet de la taille de la ville sur l'impact de la gratuité des transports en commun semble ambigu car l'offre de transport en commun dépend elle aussi en partie de la taille des villes. Dans les villes petites et moyennes, le niveau de l'offre de transports en commun est souvent configuré sur un niveau minimal, assurant la mobilité d'une population "captive" (ex : scolaires, jeunes), mais ne permettant pas d'attirer des usagers bénéficiant d'alternatives (ex : voiture). Aussi, au final, la mesure de gratuité pourrait avoir des effets plus importants pour des villes petites ou moyennes que pour des grandes villes, à la condition qu'elle soit accompagnée d'une amélioration de l'offre de transports en commun.

Enfin, l'effet de la gratuité peut également varier selon *les caractéristiques de la mobilité des individus*. Selon Hess (2017), l'impact relativement limité de la gratuité sur la fréquentation des transports en commun à Tallinn s'explique, en partie, par les habitudes de mobilité de la population avant la mise en place de cette mesure et par le fait qu'une part importante de la population (40 %) utilisait déjà les transports en commun avant la gratuité. Cette mesure présentait donc un faible potentiel en termes de report modal. A l'inverse, dans les villes où le niveau d'usage des transports en commun est initialement bas comparé aux villes de même taille, la gratuité pourrait entraîner un certain rattrapage (Crozet *et al.* 2019). L'effet de la gratuité semble également varier selon le moment et le motif des déplacements. Ainsi, plusieurs travaux montrent les effets sont supérieurs pendant les heures creuses en semaine (Brough *et al.*, 2022 ; Bull *et al.*, 2021) ou les week-ends (Dai *et al.*, 2021). D'autres travaux ont spécifiquement examiné si la gratuité des transports en commun avait un effet différent selon qu'il s'agissait d'un déplacement domicile-travail ou d'un autre motif de déplacement (ex : loisirs, courses, démarches administratives). En général, l'effet de la

¹ Le coût généralisé correspond au coût complet privé supporté par un individu pour un déplacement donné avec un mode de transport donné (Parry et Small, 2009). Il comprend ainsi une composante monétaire (prix de la réalisation du déplacement avec le mode de transport en question), mais aussi des composantes non monétaires (coût associé aux temps consacrés par l'individu à réaliser le déplacement avec le mode de transport spécifique), coût lié au niveau d'inconfort), et d'autres coûts non monétaires spécifiques au mode de transport choisi (ex : risque d'accident, niveau de sécurité perçu, fiabilité).



gratuité semble être limité pour les déplacements domicile-travail ou domicile-étude (De Witte *et al.*, 2008) alors qu'il est plus marqué pour les autres motifs de déplacement (loisirs, achats) (Cools *et al.*, 2016 ; Bull *et al.*, 2021), moins contraints en termes d'horaires et de destination. Néanmoins, dans le cas de Dunkerque, Huré et Javary (2020) observent que la gratuité a conduit à la mise en place de nouvelles habitudes de mobilité, tant pour les trajets domicile-travail que pour les déplacements liés aux activités de loisirs.

2.2.2. Une hétérogénéité potentiellement liée aux méthodes d'analyse

Outre les éléments de contexte, l'importante variabilité des résultats obtenus dans les travaux mesurant l'effet de la mesure de gratuité sur la fréquentation des transports en commun peut également s'expliquer par la diversité des méthodologies employées (dont le choix est bien souvent conditionné par les données disponibles).

Nombre de travaux s'appuient sur de simples comparaisons statistiques entre le niveau de fréquentation des transports en commun avant et après la mise en place de la gratuité (Abou-Zeid et Ben-Akiva, 2012 ; Cats *et al.*, 2017 ; Huré et Javary, 2020). De fait, ces études ne contrôlent pas l'effet sur la fréquentation d'autres évolutions concomitantes à la mesure de gratuité (ex : amélioration de l'offre de transport en commun). Le risque est donc d'attribuer à la gratuité l'effet de ces changements, ce qui ne permet donc pas d'estimer de manière fiable l'effet propre de la mesure (Fearnley, 2013 ; Roderich, 2020). De plus, les niveaux de fréquentation avant-après la mesure concernent parfois des mois de l'année différents. Dans ce cas, la différence des niveaux de fréquentation des transports en commun peut ainsi simplement refléter des effets saisonniers.

D'autres travaux sur l'effet de la gratuité des transports en commun reposent sur des modèles économétriques. Parmi eux, certains reposent sur des analyses en coupe transversale comparant des bénéficiaires de la mesure de gratuité avec des non bénéficiaires à un moment donné. Webb *et al.* (2012) comparent ainsi l'usage des transports en commun des personnes de plus de 60 ans (bénéficiant de la gratuité) à celui des 50-59 ans (ne bénéficiant pas de la gratuité), tout en contrôlant un ensemble de caractéristiques individuelles susceptibles d'affecter l'utilisation des transports en commun (ex : âge, genre, revenu). Bien que ce type d'analyse permette de contrôler un certain nombre d'effets, il n'évacue pas totalement le risque de biais de sélection, lié au fait que les populations bénéficiaires et non bénéficiaires peuvent être différentes et que ces différences non observables peuvent jouer sur leur usage des transports en commun.

Quelques travaux s'appuient sur un deuxième type de modèle économétrique, comparant la fréquentation des transports en commun avant et après mise en place de la mesure de gratuité au sein d'une ville. Pour Tallinn, Cats *et al.* (2014) ont ainsi utilisé ce type de modèle pour comparer le nombre de montées à chaque arrêt de bus avant la mesure de gratuité (automne 2011- printemps 2012) et après la mesure (janvier-avril 2013). Pour isoler l'effet de la gratuité, les auteurs ont introduit trois ensembles de variables : i) des indicateurs temporels (ex : heures de pointe/creuses, jour de la semaine) ; ii) des variables portant sur l'offre de transport (ex : type de véhicule, ligne en site propre, fréquence du service, nombre d'arrêts dans le quartier) ; iii) des variables sur les caractéristiques sociodémographiques du quartier environnant (ex : population, taux de chômage, prix immobiliers, distance du centre-ville).



Contrairement au modèle en coupe transversale, ce type de modèle économétrique permet de contrôler l'hétérogénéité inobservée. Il présente toutefois deux limites notables. Premièrement, si les données de fréquentation avant – après ne concernent pas les mêmes mois de l'année, comme cela est le cas dans Cats *et al.* (2014), l'analyse risque à nouveau d'attribuer des effets saisonniers à la gratuité. Deuxièmement, cette méthode ne permet pas de contrôler l'effet de chocs globaux qui ont pu affecter l'ensemble de la ville au cours de la période d'évaluation (ex : conséquences de la crise sanitaire).

Le troisième type de modèles économétriques (double-différence) permet de lever cette limite en comparant la situation entre bénéficiaires et non bénéficiaires de la gratuité, avant et après la mise en place de la mesure. Cette méthode est mobilisée dans certains travaux disposant de données temporelles pour un ensemble d'individus ou de villes, dont certains bénéficient de la gratuité au cours de la période d'étude et d'autres pas (Dai *et al.*, 2021). En plus de contrôler l'effet de l'évolution de variables observables (ex : réseau de transport, prix de l'essence), la méthode permet de contrôler l'effet d'évolutions globales ayant affecté de la même manière bénéficiaires et non bénéficiaires de la gratuité au cours de la période d'évaluation. La méthode nécessite par contre des données temporelles à la fois sur des individus (ou villes) bénéficiaires et non bénéficiaires de la gratuité, difficiles à obtenir si on souhaite avoir des informations fines par arrêt, ligne de transport en commun et jour.

Enfin, quelques travaux reposent sur des expériences aléatoires (Brough *et al.*, 2022 ; Bull *et al.*, 2021 ; Thøgersen, 2009). Si cette méthode permet d'obtenir des résultats particulièrement robustes concernant l'effet de la mesure, elle présente deux inconvénients majeurs. Premièrement, du fait de la lourdeur de son protocole, ce type d'expérience repose toujours sur de petits échantillons. Se pose alors la question de la possibilité de généraliser les résultats obtenus à d'autres populations/contextes. Deuxièmement, par construction, cette méthode suppose qu'on sélectionne aléatoirement des individus qui bénéficient de la gratuité et d'autres qui n'en bénéficient pas. Cette méthode n'est, de ce fait, pas adaptée pour examiner les effets d'une mesure de gratuité mise en place à l'échelle d'une agglomération entière.

-3-

Le cas d'étude de Clermont Auvergne Métropole

Notre analyse évalue l'effet de la mesure de gratuité des transports en commun mise en place sur Clermont Auvergne Métropole en 2021. Cette mesure répond à plusieurs types d'objectifs (environnementaux, sociaux, économiques et territoriaux) et peut être considérée comme partielle car temporellement limitée (Section 3.1). Les modalités de mise en œuvre de cette mesure mais aussi la période au cours de laquelle elle a été introduite soulèvent des enjeux méthodologiques particuliers (Section 3.2).



3.1. La mesure de gratuité des transports en commun mise en place

La mesure de gratuité des transports en commun a été mise en place sur Clermont Auvergne Métropole (CAM) le 4 décembre 2021, initialement dans le cadre d'une expérimentation de deux ans, avant d'être reconduite à minima jusqu'en août 2027.

La mise en place de la mesure sur la métropole clermontoise répond à trois grands types d'objectifs. En réponse aux enjeux climatiques, environnementaux et de santé publique, la mise en œuvre de cette mesure vise à favoriser le report modal de la voiture vers les transports en commun et, ainsi, à diminuer la congestion automobile dans le centre urbain et réduire les émissions de polluants et de gaz à effets de serre. La mesure répond également à des objectifs sociaux. Un système de tarification solidaire était déjà présent sur la métropole. Cependant, certaines études ont mis en évidence un non recours à ces abonnements d'une partie des bénéficiaires potentiels², qui pourrait être lié aux contraintes administratives (ex : nécessité de fournir un justificatif de revenu) ou de la peur d'être stigmatisé. Ainsi, la mesure de gratuité vise à redonner du pouvoir d'achat aux ménages modestes déjà usagers des transports en commun en réduisant leur coût de mobilité. L'objectif est également de favoriser la mobilité des ménages modestes. Enfin, la mesure de gratuité présente des objectifs économiques et territoriaux car elle vise à redynamiser le centre-ville et stimuler l'activité commerciale, culturelle et sportive, en modifiant les flux de mobilité ou en générant de nouveaux déplacements.

Comme évoqué en introduction, les mesures de gratuité des transports en commun présentent des modalités d'application très variables selon les villes. La gratuité peut notamment être totale ou partielle. De plus, le caractère partiel de la mesure peut porter sur la durée de mise en application de la mesure (ex : gratuité pendant quelques mois à titre expérimental), l'espace (ex : gratuité sur certaines zones ou certaines lignes du réseau de transport en commun), la période (ex : gratuité sur certaines heures de la journée) ou la catégorie de la population concernés (ex : les étudiants). En ce qui concerne Clermont Auvergne Métropole, la mesure de gratuité concerne l'ensemble des lignes et du ressort territorial du Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise (SMTC-AC)³ et l'ensemble des usagers des transports en commun, qu'ils soient ou non-résidents de la métropole. Par contre, la mesure est partielle car elle est ciblée d'un point de vue temporel et ne concerne que les week-ends. De ce fait, les transports en commun restent payants la semaine et deviennent gratuits les week-ends, avec une montée à bord totalement libre et sans validation de titre de transport.

3.2. Les enjeux méthodologiques liés au cas d'étude

Contrairement à beaucoup d'autres expériences de gratuité des transports en commun, la mise en place de la mesure à Clermont Auvergne Métropole intervient en amont de l'important projet de restructuration du réseau de transports urbains (projet InspiRe), qui ne sera entamé qu'en avril 2023. Cette disjonction constitue un atout pour l'analyse statistique

² Selon une étude réalisée en 2017 par l'Agence d'Urbanisme et de Développement Clermont Métropole, seulement 20% des personnes éligibles au dispositif ont souscrit un abonnement solidaire.

³ Le SMTC-AC est l'autorité organisatrice de la mobilité (AOM) sur Clermont Auvergne Métropole.



de l'effet de la mesure de gratuité, car elle permet d'écartier l'effet qu'aurait produit l'amélioration de l'offre de transports en commun. Néanmoins, le cas Clermontois soulève deux enjeux méthodologiques spécifiques.

3.2.1. Comparer des données de fréquentation hétérogènes avant et après la mesure

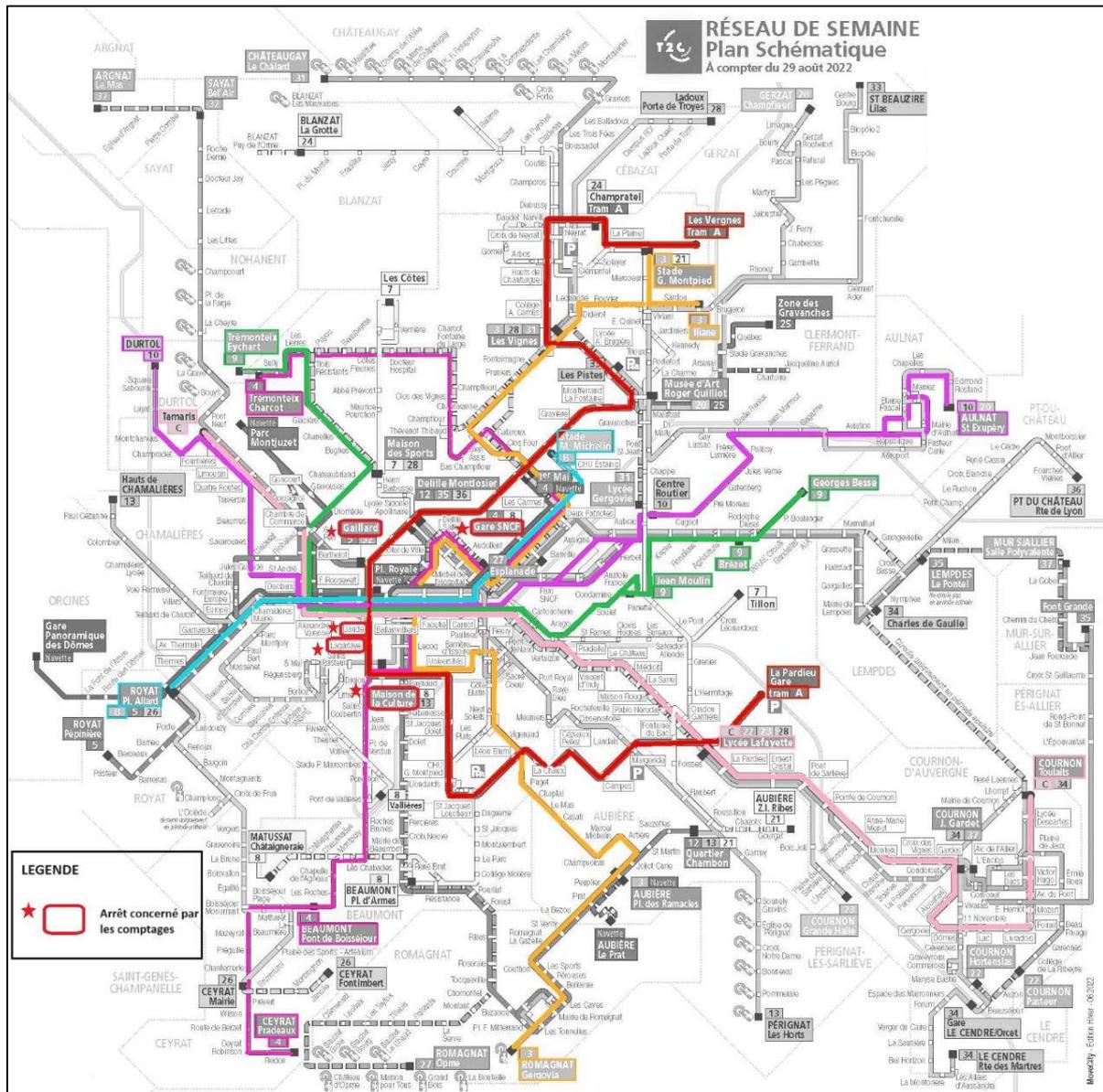
Si on dispose de données de validation de titres de transport avant la gratuité, ce n'est pas le cas après l'introduction de la mesure, compte-tenu des modalités de la mesure (Section 3.1). Dans les travaux portant sur la gratuité des transports en commun, différentes méthodes de recueil de données sont utilisées pour pallier ce problème. Dans certains cas (ex : Tallinn), la validation de titres gratuits demeure obligatoire après la mise en place de la mesure, ce qui permet aux analyses de s'appuyer sur des données de validation avant et après. Néanmoins, certaines enquêtes montrent qu'une grande partie des usagers, jugeant l'action inutile, ne valident pas leurs titres, ce qui introduit une erreur de mesure de la fréquentation post-gratuité (Hess, 2017). Nombre d'études font appel à des journaux de bord dans lesquels les usagers consignent leurs déplacements (Abou-Zeid et Ben-Akiva, 2012 ; Brough *et al.*, 2022 ; Bull *et al.*, 2021 ; Cats *et al.*, 2017). Si elle permet de recueillir des informations socio-économiques sur les individus et les déplacements, cette méthode s'avère toutefois très coûteuse et porte généralement sur un très petit échantillon. De plus, elle repose sur des données déclaratives et peut être perturbée par un biais de désirabilité sociale, qui pousse les usagers à ne déclarer que certains des déplacements réalisés et à en occulter d'autres. Enfin, certaines études s'appuient sur des comptages automatiques ou manuels⁴. Dans le cas clermontois, le recueil de données de fréquentation après la mesure s'appuie sur des données de comptage manuel. Ainsi, 7 campagnes de comptage ont été organisées par le SMTC-AC entre juin 2022 et juin 2023⁵. Les comptages avaient lieu le week-end et sur certaines plages horaires (Annexe 1) et consistaient à comptabiliser le nombre de montées dans les véhicules de 7 lignes de transport en commun (sur les 24 lignes régulières circulant le samedi et les 10 circulant le dimanche) sur certaines stations situées en centre-ville (Figure 1).

⁴ Les comptages automatiques présentent l'avantage d'être plus fiables et peuvent être déployés de manière plus étendue que les comptages manuels. Cependant, pour des raisons techniques et financières, ils sont relativement peu employés.

⁵ Les campagnes de comptages manuels organisées le week-end ont eu lieu les 11-12 juin 2022, 27-28 août 2022, 15-16 octobre 2022, 26-27 novembre 2022, 25-26 février 2023, 1-2 avril 2023 et 3-4 juin 2023.



Figure 1. Lignes de transport en commun et arrêts concernés par les comptages manuels



Source : auteurs, à partir de données T2C - 2022.

De ce fait, un premier enjeu méthodologique concerne l'hétérogénéité des mesures de fréquentation des transports avant (données de validation) et après la gratuité (données de comptage).

3.2.2. Isoler l'effet de la gratuité dans un contexte post Covid-19

Le second enjeu méthodologique découle de la date de mise en place de la mesure de gratuité des transports en commun sur Clermont Auvergne Métropole (le 4 décembre 2021). Pour évaluer l'effet de cette mesure, l'idéal aurait été de comparer la situation juste avant la mise en place de la mesure (2020 ou 2021) avec la situation juste après (2022). Or, cette



période est perturbée par la crise sanitaire, qui a influé sur la mobilité des ménages à court terme mais aussi probablement à moyen et long terme. En effet, au cœur de la crise sanitaire, la fréquentation des transports en commun a chuté du fait des différentes restrictions gouvernementales ou de la peur de la contagion. Malgré un retour à une situation sanitaire plus normale depuis la mi-2021 (Annexe 2), la crise sanitaire a aussi probablement modifié les comportements de mobilité de manière plus durable. Elle peut, en particulier, avoir entraîné une baisse de la fréquentation des transports en commun par rapport à 2019, en lien avec le développement du télétravail, le changement d'habitudes de consommation, ou encore le report modal vers d'autres modes de transport (El Zein *et al.*, 2022 ; de Palma *et al.*, 2022). Si ces effets concernent a priori surtout les déplacements réalisés en semaine, il est probable que les mobilités aient aussi évolué le week-end.

Compte-tenu de ses effets à court terme et de ses potentiels effets durables sur la fréquentation des transports en commun, la crise sanitaire constitue un élément essentiel à prendre en compte dans notre méthodologie. A un premier niveau, pour la période de référence avant la gratuité, nous avons écarté l'année 2020, mais aussi l'année 2021 qui, même si elle est davantage comparable à la situation en 2022, reste atypique. Le seul choix de la période de référence ne permet cependant pas de contrôler les potentielles conséquences plus durables de la crise sanitaire sur les mobilités. Le risque est alors de sous-estimer l'impact de la mesure de gratuité sur la fréquentation des transports en commun, ce qui nous a conduit à introduire également des variables de contrôle spécifiques dans le modèle économétrique.

-4-

Méthodologie et données

L'objectif de notre analyse est d'estimer l'effet de la gratuité des transports en commun mise en place par Clermont Auvergne Métropole sur leur fréquentation, qui constitue le premier indicateur de succès de la mesure⁶. Cette section présente la méthodologie adoptée : les échantillons comparés (Section 4.1), le modèle économétrique retenu (Section 4.2) puis les variables de contrôle introduites dans le modèle (Section 4.3).

4.1. Les différents échantillons de comparaison

Comme Cats *et al.* (2014), notre analyse économétrique de l'effet de la gratuité des transports en commun repose sur une comparaison de la fréquentation avant et après la mesure termes à termes, c'est-à-dire pour des lignes et directions, des arrêts, des tranches horaires et des types de jour (samedi ou dimanche) identiques.

⁶ L'analyse des mécanismes sous-jacents et de l'importance relative des déplacements induits et du report modal dans la hausse de fréquentation va au-delà de l'objectif de cette analyse et nécessite de s'appuyer sur d'autres types de données (ex : enquêtes).



Par rapport à ces auteurs, nous avons toutefois cherché en plus à comparer des périodes similaires, de manière à tenir compte du fait que la fréquentation des transports en commun est sensible aux événements saisonniers (ex : congestion routière systématique à l'approche des fêtes de Noël, période estivale). Pour cela, la règle retenue a priori consiste à sélectionner, pour chacun des jours de comptage réalisés en 2022/2023, les 5 jours de 2019 les plus proches de la date de comptage (Annexe 3). Ensuite, nous construisons, pour chaque jour de comptage, un contrefactuel synthétique, dont le niveau de fréquentation des transports en commun (par arrêt, ligne-direction, jour et plage horaire) correspond à la valeur moyenne de la fréquentation des jours de référence de 2019 retenus.

La fiabilité des estimations dépend toutefois, d'une part, du caractère représentatif des jours de comptage par rapport à un jour type du même mois de l'année et, d'autre part, de la comparabilité entre chacun des jours de comptage et les 5 jours de référence de 2019 retenus pour constituer le contrefactuel synthétique. Nous avons donc analysé chacun des jours de comptage et des jours de référence de 2019, de manière à identifier les jours « hors norme » sur la base de certains critères. Le premier type de critères de sélection relève d'éléments contextuels, tels que les effets de calendrier (ex : vacances scolaires, jours fériés...) ou la présence d'événements exceptionnels (ex : matchs, manifestations). Le second type de critères concerne la qualité des données de validation. En effet, des problèmes peuvent intervenir dans la remontée d'information du système de validation des titres de transport pour 2019 (ex : absence d'informations relatives à la ligne ou l'arrêt concerné par la validation). Sur la base de nos différents critères de sélection, nous avons pu identifier des jours de comptage et des jours de référence de 2019 « hors normes ».

L'analyse s'appuie sur les données recueillies lors de 7 campagnes de comptage (Section 3.2.1), ce qui représente au final un nombre limité de samedis et de dimanches différents. De ce fait, nous avons dû arbitrer entre garder le plus grand nombre de jours de comptage possible dans notre analyse et écarter les jours de comptage et de référence problématiques. Cet arbitrage nous a amené à distinguer trois types de jours : (i) ceux qui ne posent aucun problème au vu des critères de sélection et considérés comme « idéals », (ii) ceux en situation « intermédiaire », dont l'inclusion pourrait potentiellement affecter les résultats, et (iii) ceux qui sont trop atypiques et doivent être écartés de l'analyse.

Au final, parmi les jours de comptage, nous avons dû écarter de l'analyse trois samedis en raison de mouvements de grève et un dimanche pour lequel aucun jour de comparaison parmi les 5 jours de 2019 les plus proches de la date de comptage n'était acceptable au vu de nos critères de sélection⁷. Une fois écartés les jours les plus problématiques, les combinaisons entre jours comptage et jours de référence « intermédiaires » ou « idéals » aboutissent à quatre échantillons possibles (Annexe 4) :

- deux échantillons constitués de l'ensemble des jours de comptage acceptables comparés avec l'ensemble des jours de référence de 2019 acceptables (échantillon 1a) ou uniquement avec des jours de référence de 2019 idéaux (échantillon 1b) ;
- deux échantillons qui écartent les comptages d'octobre 2022, période marquée par des fortes pénuries d'essence et les comparent avec l'ensemble des jours de référence de

⁷ Ont ainsi été exclus les samedis 25/02/2023, 01/04/2023 et 03/06/2023 ainsi que le dimanche 28/08/2022.



2019 acceptables (échantillon 2a) ou uniquement des jours de référence de 2019 idéaux (échantillon 2b).

Nous avons donc choisi de réaliser nos estimations successivement sur ces quatre échantillons, de plus en plus restrictifs. Selon l'échantillon, le nombre de jours de référence de 2019 utilisés pour construire les contrefactuels synthétiques varie d'un à trois jours, selon les cas. Et le nombre d'observations prises en compte dans le modèle économétrique varie de 1 016 pour l'échantillon le plus restrictif à 1 480 pour l'échantillon le plus large.

4.2. Le modèle économétrique

Pour évaluer l'effet de la gratuité des transports en commun, nous estimons le modèle de régression linéaire suivant⁸ :

$$Y_{i,l,h,j,t} = \alpha + \beta \cdot \text{Gratuité} + \Delta X_{it} + \gamma_{i,l,h,j} + \varepsilon_{it}$$

Où Y_{it} est la variable dépendante qui correspond au logarithme du nombre de montées à l'arrêt i à la date t ⁹ pour une ligne-direction, une plage horaire et un jour donné. *Gratuité* est une variable muette égale à 0 avant la mise en place de la gratuité des transports en commun et à 1 après. X_{it} est le vecteur de variables de contrôle. Et $\gamma_{i,l,h,j}$ correspond aux effets fixes au niveau arrêt, ligne-direction, tranche-horaire et type de jour (samedi ou dimanche)¹⁰.

Comme nous l'avons vu, le nombre de montées est mesuré différemment avant et après la gratuité (Section 3.2.1). Les données de comptage peuvent être considérées comme des mesures de fréquentation fiables. Par contre, les données de validation de titres de transport sont entachées d'erreurs de mesure, liées à la fraude et aux non-validations (ex : oublis, difficultés à accéder aux valideurs en période de sur-fréquentation). Pour pallier ce problème, la T2C (qui exploite le réseau de transports en commun clermontois) redresse chaque année les données de validation. Le redressement est réalisé sur la base d'enquêtes de non-validation réalisées en semaine, à partir desquels sont calculés trois coefficients différents, pour le tramway (ligne A), pour les bus à haut niveau de service (lignes B et C) et pour les autres lignes de bus. Ces coefficients de redressement sont appliqués uniformément pour les jours de semaine et le week-end, d'une part, et pour les différents arrêts d'une même ligne, d'autre part. Afin de mieux prendre en compte les différences entre les jours de semaine, le

⁸ Recourir à un modèle de comptage ne serait pas pertinent car la variable dépendante n'est pas un entier naturel. En effet, les observations contrefactuelles correspondent à la moyenne du nombre de montées par arrêt, ligne-direction et tranche horaire pour les jours de référence retenus pour un jour de comptage donné. De plus, comme nos observations concernent des arrêts de centre-ville et des plages horaires de milieu de journée, la proportion de zéros est pratiquement nulle (0,3 % des observations).

⁹ La log linéarisation de la variable dépendante permet de réduire le poids des valeurs élevées (liées à la forte fréquentation du tramway à quelques arrêts aux heures de pointe). Comme quelques rares observations prennent la valeur de zéros, la variable dépendante est égale au logarithme de (1+ nombre de montées). Les résultats sont inchangés si l'on considère le logarithme du nombre de montées.

¹⁰ Les résultats sont très similaires lorsque l'on introduit des effets fixes individuellement pour l'arrêt, la ligne-direction, la tranche horaire, et le type de jour. On préfère toutefois retenir la spécification avec les effets fixes les plus précis.



samedi et le dimanche, nous avons donc réalisé un sur-redressement des données de validation en appliquant un coefficient de modulation, calculé en comparant les comptages quasi-exhaustifs de l'enquête Origine/Destination de 2016 (OD 2016) réalisée en novembre 2016 sur différents jours de la semaine (dont le samedi et le dimanche), avec les données de validation mesurées sur les jours de cette enquête¹¹.

4.3. Les variables de contrôle

La revue de littérature (Section 2) et certains travaux centrés sur la demande de transport en commun (Chen *et al.*, 2011 ; Erhardt *et al.*, 2022 ; Holmgren, 2007 ; Taylor et Fink, 2013) mettent en évidence les principaux déterminants de la demande de transport en commun. Certains de ces travaux distinguent les facteurs internes, liés aux caractéristiques du réseau de transport en commun, et les facteurs externes, sur lesquels les autorités organisatrices de la mobilité n'ont pas prise. En ce qui concerne les facteurs internes, les travaux montrent que le prix des transports en commun a un impact significatif sur leur fréquentation mais généralement de plus faible ampleur que le niveau d'offre (ex : fréquence des transports en commun, maillage du réseau) et la qualité des services de transport en commun (ex : fiabilité des horaires, sécurité au niveau des arrêts, disponibilité d'informations). Parmi les facteurs externes, ceux qui affectent l'usage de la voiture (ex : prix de l'essence, disponibilité et prix des places de stationnement) jouent un rôle prépondérant sur la demande de transport en commun. Tao *et al.* (2018) montrent également que les conditions météorologiques, en particulier la température et les précipitations, influent également sur la fréquentation des transports en commun (en particulier les week-ends et au grain fin des tranches horaires) mais ont un effet moins fort que d'autres facteurs tels que le calendrier des événements (ex : manifestations sportives, vacances scolaires). En outre, certains travaux montrent que d'autres variables socio-démographiques telles que le niveau de revenu des ménages ou la densité d'emploi affectent de manière significative la fréquentation des transports en commun.

Dans le contexte clermontois, dans la mesure où la période d'évaluation est courte (2019-2023), l'intégration de variables portant sur les caractéristiques socio-démographiques de la métropole est peu pertinente compte-tenu de la faible évolution de ces dimensions. De même, les contraintes portant sur l'usage de la voiture (ex : tarif de stationnement), la place accordée à d'autres modes de transport (ex : pistes cyclables) ou encore le réseau de transport en commun et les caractéristiques des arrêts n'ont pas connu de changement majeur sur la période de l'évaluation. De ce fait, nous avons introduit dans notre modèle économétrique cinq ensembles de variables de contrôle (Tableau 1).

Le premier ensemble de variables concerne l'offre de transport en commun. On peut supposer qu'une hausse de la fréquence de transports en commun entraîne une augmentation de leur fréquentation. Nous avons donc introduit deux variables distinctes : une variable portant sur l'offre théorique (*Offre théo.*) et une variable portant sur l'offre effective

¹¹ Coefficient de modulation : $CM = 1/1 + \delta$, où δ correspond à l'écart entre le nombre de montées mesuré par le comptage de l'enquête O/D 2016 et par le système de validation.



(*Offre effect.*), qui permet de tenir compte des variations par rapport à l'offre théorique et des éventuels imprévus.

Le deuxième ensemble de variables concerne l'évolution des contraintes rencontrées par les autres modes de transport. Il s'agit de la hausse du prix des carburants (*Prix essence*), avec l'hypothèse qu'une augmentation importante du prix des carburants engendre un report modal de la voiture vers les transports en commun, et donc une hausse de leur fréquentation.

Le troisième ensemble de variables porte sur les conditions météorologiques le jour concerné, et plus précisément le niveau de *Précipitations* et la *Température* moyenne.

Par ailleurs, en plus des déterminants usuels de la demande de transport en commun, nous contrôlons l'effet que la crise sanitaire sur les comportements de mobilité à moyen/long-terme. Comme déjà évoqué, la façon la plus robuste de tenir compte de la pandémie serait de recourir aux méthodes contrefactuelles (ex : doubles différences). Cela suppose cependant de disposer de données fines sur la fréquentation des transports en commun dans d'autres agglomérations (par arrêt, lignes, etc.), ce qui n'est pas notre cas. De ce fait, pour contrôler l'effet de la crise sanitaire, nous introduisons dans notre modèle une mesure de l'évolution de la fréquentation des transports en commun dans des agglomérations de taille comparable à Clermont Auvergne Métropole. Après discussion avec les acteurs de la mobilité au niveau local, il apparaît tout à fait raisonnable de considérer que la crise sanitaire a conduit à une baisse de fréquentation des transports en commun entre 2019 et 2023 similaires à Clermont Auvergne Métropole et dans d'autres agglomérations de taille comparable. Pour construire cette variable, nous avons donc sélectionné, dans un premier temps, des agglomérations comparables à CAM en termes de taille, l'idée étant que les grandes agglomérations (ex : Paris, Lyon, Marseille) ont une plus grande part de leur population « captive » des transports en commun, qui sera donc moins susceptible de changer de comportement de mobilité en raison de la crise sanitaire. Dans un deuxième temps, nous avons exclu les agglomérations i) qui ont mis en place des mesures de gratuité des transports en commun partielle (ex : Nancy, Nantes), ii) qui ont mis en place des contraintes à la voiture type Zone à Faible Emission (ex : Rouen, Montpellier, Toulouse, Strasbourg) ou iii) qui ont amélioré leur offre de transport en commun au cours de la période (ex : Caen). Nous avons, dans un dernier temps, collecté des données de fréquentation des transports en commun sur les agglomérations sélectionnées¹² et calculé, à partir de ces données, deux indices mesurant l'évolution de la fréquentation mensuelle des transports en commun à Orléans, Tours et Angers : un indice mesurant l'évolution de la fréquentation du Lundi au samedi (*Freq OTA LàS*) et un indice pour le dimanche (*Freq OTA Dim*).

¹² Les données ont pu être collectées soit sur les sites open data des agglomérations soit en contactant directement les Autorités organisatrices de la mobilité. Sur environ 30 agglomérations contactées, 9 ont accepté de nous transmettre les données sur la période d'évaluation. Deux agglomérations ont été écartées du fait de l'extension du réseau de transport en commun au cours de la période. Au final, nous avons pu recueillir des données distinguant la fréquentation du lundi au samedi *versus* dimanche pour trois agglomérations comparables (Orléans – Tours – Angers). La pertinence du choix de ces agglomérations a été confirmé par nos échanges avec des acteurs de la mobilité.



Tableau 1. Description des variables

Variable	Définition	Source
Variable dépendante		
Fréquentation	Log. du nombre de montées pour une ligne-direction donnée, un arrêt, une plage horaire et une date.	Calcul des auteurs à partir des données T2C (validations et comptages).
Variabes indépendantes		
Gratuité	Indicatrice égale à 0 avant la mise en place de la gratuité des transports en commun et à 1 après.	Calcul des auteurs.
Offre théo.	Nombre de passages prévu sur les guides horaires T2C pour une ligne-direction, un arrêt, une plage horaire et une date.	Calcul des auteurs à partir des données T2C
Offre effect.	% de kilomètres perdus ou de renfort d'offre mis en place par la T2C pour une ligne et une date données.	Calcul des auteurs à partir des données T2C
Prix essence	% de variation du prix des trois principaux carburants (Gazole, SP98 et SP95) au cours des 30 derniers jours.	Calcul des auteurs à partir de données de prix pour les stations du Puy-de-Dôme, issues de l'open data Ministère de l'Economie https://www.prix-carburants.gouv.fr
Précipitations	Niveau moyen de précipitation quotidien (mesuré aux trois stations proches de Clermont-Ferrand et situées aux Cézeaux, à Saint Gènes-Champelle, et à Aulnat).	Données issues de la plateforme INRAE CLIMATIK https://agroclim.inrae.fr/climatik/
Température	Température moyenne quotidienne (mesurée aux trois stations proches de Clermont-Ferrand et situées aux Cézeaux, à Saint Gènes-Champelle, et à Aulnat).	Données issues de la plateforme INRAE CLIMATIK https://agroclim.inrae.fr/climatik/



Tableau 1 Description des variables (*suite et fin*)

Variable	Définition	Source
Freq OTA LàS	Indice mensuel de la fréquentation des transports en commun du lundi au samedi à Orléans Métropole, Tours Métropole Val de Loire, et Angers Loire Métropole (base 100 en janvier 2019)	Calcul des auteurs, à partir de données fournies par Orléans Métropole, Tours Métropole Val de Loire et Angers Loire Métropole.
Freq OTA Dim	Indice mensuel de la fréquentation des transports en commun le dimanche à Orléans Métropole, Tours Métropole Val de Loire, et Angers Loire Métropole (base 100 en janvier 2019)	
Course Noël	Indicatrice égale à 1 pour les dates correspondant à la période des achats de Noël (23 novembre au 31 décembre).	Calcul des auteurs.
Eté	Indicatrice égale à 1 pour les dates correspondant à la période estivale (juillet et août).	Calcul des auteurs.





Enfin, pour tenir compte d'effets saisonniers, nous introduisons dans notre modèle deux indicatrices : une indicatrice portant sur la période estivale (*Eté*) et une autre concernant la période des achats de Noël (*Course Noël*).

-5-

Résultats

Les estimations réalisées permettent d'identifier l'effet propre de la mesure de gratuité sur la fréquentation des transports en commun le week-end (Section 5.1) et d'observer si cet effet varie selon le type de ligne de transport en commun, d'une part, et le jour du week-end, d'autre part (Section 5.2).

5.1. Les effets sur la fréquentation des transports en commun le week-end

Le Tableau 2 présente les résultats des estimations réalisées avec l'échantillon de jours le plus large, c'est-à-dire l'échantillon 1a constitué de l'ensemble des jours de comptage acceptables que l'on compare avec l'ensemble des jours de référence de 2019 acceptables. Les colonnes 1 à 7 présentent l'évolution du coefficient associé à la gratuité à mesure que l'on introduit les différentes variables de contrôle dans le modèle. Les résultats confirment les hypothèses formulées sur l'effet positif et significatif du niveau d'offre de transport en commun et du prix des carburants sur la fréquentation des transports en commun. De même, le coefficient positif et significatif associé à l'indice de fréquentation des transports en commun du lundi au samedi sur les agglomérations d'Orléans, Tours et Angers reflète possiblement le fait que la crise sanitaire a bien eu un effet durable sur l'usage des transports en commun le samedi, mais pas le dimanche. Lorsque l'on contrôle l'ensemble des déterminants importants de la demande de transports en commun (colonne 7), on estime que la mesure de gratuité a entraîné une hausse de 52 % de la fréquentation des transports en commun le week-end. Cette estimation paraît cohérente au regard des résultats obtenus dans les études antérieures et se situe plutôt dans la fourchette haute des estimations. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la mesure de gratuité sur Clermont Auvergne Métropole est ciblée sur le week-end. On peut donc s'attendre à un effet plus fort de la gratuité car portant principalement sur des déplacements moins contraints que les déplacements domicile-travail réalisés en semaine.



Tableau 2. Résultats des estimations : modèle de base

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Gratuité	0,366*** (0,021)	0,383*** (0,021)	0,299*** (0,027)	0,368*** (0,021)	0,444*** (0,025)	0,366*** (0,021)	0,520*** (0,043)
Offre théo.		0,241*** (0,036)					0,231*** (0,036)
Offre effect.		0,010*** (0,001)					0,008*** (0,002)
Prix essence			0,011*** (0,002)				-0,002 (0,003)
Précipitations				0,001 (0,003)			0,003 (0,003)
Température				0,016** (0,007)			0,006 (0,008)
Temperature ²				-0,001*** (0,000)			-0,000 (0,000)
Freq OTA LàS					0,009*** (0,001)		0,014*** (0,002)
Freq OTA Dim					0,000 (0,001)		0,000 (0,002)
Course Noël						0,189*** (0,032)	0,033 (0,045)
Eté						-0,168*** (0,038)	0,325*** (0,079)
Constante	4,406*** (0,107)	2,712*** (0,264)	4,404*** (0,098)	4,434*** (0,110)	3,651*** (0,130)	4,401*** (0,101)	1,435*** (0,355)
N	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480
R ²	0,865	0,874	0,867	0,869	0,875	0,873	0,885
AIC	1707,48	1603,59	1686,86	1661,62	1598,04	1619,14	1490,92
BIC	2518,35	2425,06	2503,03	2488,39	2419,51	2440,60	2354,79

Note : Toutes les estimations incluent des effets fixes arrêts, ligne-sens, plages horaire et type de jour. Standard errors robustes entre parenthèses. * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Comme nous l'avons vu, le choix de l'échantillon des jours de comptage et des jours de référence de 2019 peut faire varier les résultats obtenus (Section 4.1). Pour nous assurer que l'effet estimé n'est pas biaisé par la présence dans notre échantillon de certains jours de comptage ou de références, nous réestimons le modèle complet sur d'autres échantillons plus restrictifs. Dans le Tableau 3, la colonne (1) correspond au modèle complet précédent, estimé sur l'échantillon 1a. La colonne (2) correspond au modèle complet estimé sur l'échantillon 1b, également constitué de l'ensemble des jours de comptage acceptables mais que l'on compare uniquement avec des jours de référence de 2019 idéaux. Les colonnes (3) et (4) correspondent au modèle complet estimé sur les deux échantillons qui écartent les comptages d'octobre 2022 et les comparent avec l'ensemble des jours de référence de 2019 acceptables (échantillon 2a) puis avec uniquement des jours de référence de 2019 idéaux (l'échantillon 2b). On observe que, quel que soit le modèle, l'effet de la mesure de gratuité est positif et très significatif. L'effet varie de +47,2 % à +57,5 % selon l'échantillon considéré et diminue légèrement quand on exclut les comptages d'octobre 2022 (échantillons 2a et 2b). Par



prudence, notre préférence va vers les modèles qui excluent ces comptages. Ainsi, d'après le modèle le plus prudent, on peut conclure que la mesure de gratuité a entraîné une hausse d'environ 47 % de la fréquentation le week-end sur les lignes et arrêts de transport en commun ayant fait l'objet de comptage au sein de Clermont Auvergne Métropole.

Tableau 3. Résultats des estimations : effet de la gratuité selon l'échantillon retenu

	(1) Echantillon 1.a	(2) Echantillon 1.b	(3) Echantillon 2.a	(4) Echantillon 2.b
Gratuité	0,520*** (0,043)	0,575*** (0,057)	0,472*** (0,062)	0,473*** (0,072)
Offre théo.	0,231*** (0,036)	0,244*** (0,041)	0,237*** (0,041)	0,235*** (0,049)
Offre effect.	0,008*** (0,002)	0,007*** (0,002)	0,007*** (0,002)	0,006*** (0,002)
Prix essence	-0,002 (0,003)	-0,006 (0,005)	-0,008* (0,004)	-0,007 (0,005)
Précipitations	0,003 (0,003)	-0,001 (0,004)	0,001 (0,003)	0,003 (0,005)
Température	0,006 (0,008)	0,003 (0,008)	0,012 (0,008)	0,006 (0,009)
Temperature ²	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)
Freq OTA LàS	0,014*** (0,002)	0,015*** (0,002)	0,009** (0,004)	0,012*** (0,005)
Freq OTA Dim	0,000 (0,002)	0,003* (0,001)	-0,002 (0,002)	-0,003 (0,002)
Course Noël	0,033 (0,045)	0,025 (0,068)	0,129** (0,064)	0,183** (0,078)
Été	0,325*** (0,079)	0,407*** (0,096)	0,134 (0,126)	0,145 (0,131)
Constante	1,435*** (0,355)	1,052* (0,471)	2,003*** (0,571)	2,010*** (0,635)
N	1480	1320	1176	1016
R ²	0,885	0,879	0,881	0,877
AIC	1490,92	1375,16	1286,07	1087,39
BIC	2354,79	2220,38	2112,46	1889,94

Note : Toutes les estimations incluent des effets fixes arrêts, ligne-sens, plages horaire et type de jour. Standard errors robustes entre parenthèses. * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

5.2. L'hétérogénéité de l'effet selon le type de ligne de transport en commun et le type de jour

Enfin, nous avons analysé si l'effet de la gratuité des transports en commun variait selon les types de ligne de transport en commun, d'une part, et selon le type de jour, d'autre part. Pour cela, nous avons donc interagit la variable *Gratuité* avec des indicatrices relatives au type de ligne concerné (*Tramway / Bus*) et au type de jour (*Samedi / Dimanche*).



Le Tableau 4 présente les résultats obtenus. Quel que soit l'échantillon retenu, l'effet de la gratuité est significativement plus élevé pour le tramway que pour les lignes de bus. D'après nos estimations les plus prudentes (échantillon 2b), la gratuité a conduit à une hausse de fréquentation de près de 54% pour le tramway contre 45% environ pour les bus. Cette différence est cohérente avec la littérature qui suggère un effet supérieur de la mesure lorsque l'offre de transport en commun est supérieure et leur fréquence plus élevée, ce qui est le cas du tramway.

Tableau 4. Effet de la gratuité selon le type de ligne de transport en commun

	(1) Echantillon 1a	(2) Echantillon 1b	(3) Echantillon 2a	(4) Echantillon 2b
Tramway	0,591*** (0,047)	0,630*** (0,061)	0,531*** (0,065)	0,536*** (0,077)
Bus	0,489*** (0,047)	0,551*** (0,060)	0,445*** (0,065)	0,446*** (0,075)
<i>Test Tram=Bus</i>				
F	7,23***	3,69*	3,78*	3,51*
Prob > F	0,0073	0,0551	0,0520	0,0612
N	1480	1320	1176	1016
R ²	0,885	0,879	0,881	0,878
AIC	1486,52	1373,77	1284,62	1085,88
BIC	2355,68	2224,18	2116,08	1893,35

Note : Toutes les estimations incluent l'ensemble des variables de contrôle de la spécification complète (voir colonne (7) du Tableau 2). Standard errors robustes entre parenthèses. * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Le Tableau 5 indique quant à lui que l'effet de la gratuité est positif et significatif le samedi comme le dimanche, et de magnitude similaire entre ces deux types de jours.

Tableau 5. Effet de la gratuité selon le type de jour

	(1) Echantillon 1a	(2) Echantillon 1b	(3) Echantillon 2a	(4) Echantillon 2b
Samedi	0,454*** (0,055)	0,542*** (0,071)	0,432*** (0,065)	0,420*** (0,076)
Dimanche	0,546*** (0,046)	0,579*** (0,058)	0,510*** (0,075)	0,494*** (0,079)
<i>Test Samedi=Dimanche</i>				
F	3,49*	0,48	1,43	1,23
Prob > F	0,0620	0,4907	0,2317	0,2679
N	1480	1320	1176	1016
R ²	0,885	0,879	0,881	0,877
AIC	1488,99	1376,66	1286,24	1087,94
BIC	2358,16	2227,06	2117,70	1895,42

Note : Toutes les estimations incluent l'ensemble des variables de contrôle de la spécification complète (voir colonne (7) du Tableau 2). Standard errors robustes entre parenthèses. * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.



-6-

Conclusion

Un nombre croissant de villes en France et à l'étranger recourt à la gratuité des transports en commun, pour répondre à des objectifs à la fois environnementaux et sociaux. Malgré cela, peu de travaux scientifiques permettent d'évaluer de manière rigoureuse l'effet réel de cette mesure. Dans ce papier, nous analysons si la gratuité des transports en commun le week-end à Clermont Auvergne Métropole a conduit à une hausse significative de la fréquentation. Il s'agit, à notre connaissance, du premier travail d'évaluation économétrique de ce type de mesure appliqué à un cas français. Nos résultats montrent que la gratuité a entraîné une hausse de la fréquentation le week-end de +47 % à +58 % selon l'échantillon retenu. De plus, l'effet de la gratuité apparaît plus élevé pour la ligne de tramway, dont le niveau de service et la fréquence sont plus élevés, que pour les lignes de bus.

Notre analyse présente toutefois certaines limites. Tout d'abord, elle s'appuie sur des données de fréquentation hétérogènes avant (données de validation) et après la mise en place de la mesure (données de comptage). Bien que nous ayons redressé les données de validation en deux étapes pour en tenir compte, l'idéal aurait été que notre analyse s'appuie sur la réalisation de comptages avant et après la mise en place de la gratuité. En effet, il est possible que ce redressement ne soit pas suffisant pour corriger les erreurs de mesure sur les données de validation, ce qui peut biaiser l'estimation de l'effet de la gratuité des transports en commun. Par ailleurs, la question de la validité externe des résultats se pose ici à plusieurs niveaux. Premièrement, pour des raisons de contraintes techniques et financières, les comptages sur lesquels s'appuie notre analyse ont été réalisés sur un nombre restreint de lignes de transport en commun et se sont concentrés sur des arrêts de centre-ville. Or, il est probable que l'effet de la gratuité soit différent pour les arrêts de centre-ville que pour des arrêts périphériques. Ceci soulève ainsi la question de la possible généralisation des résultats à l'ensemble du réseau de transport en commun de l'agglomération clermontoise. De plus, notre analyse est centrée sur un cas d'étude en particulier, celui de Clermont Auvergne Métropole, et sur une mesure de gratuité partielle portant uniquement sur le week-end. Or, la revue de littérature souligne l'influence d'éléments contextuels (ex : caractéristiques du réseau, taille de la ville, habitudes de mobilité de la population) et celle des caractéristiques de la mesure (ex : gratuité totale ou partielle) sur l'effet de la mesure. En particulier, la gratuité a un effet plus important en termes de report modal pour des déplacements non contraints (ex : achats, loisirs) et réalisés le week-end que pour des déplacements domicile-travail et réalisés en semaine. On peut, de ce fait, se demander si l'effet de la gratuité des transports en commun mise en œuvre le week-end sur l'agglomération Clermontoise aurait été aussi fort s'il s'était agi d'une mesure de gratuité totale et si elle avait porté sur l'ensemble de la semaine. Il apparaît donc nécessaire de mener d'autres études scientifiques pour conclure sur l'effet de la gratuité des transports en commun dans d'autres contextes.

Outre son application à d'autres cas d'étude, qui permettrait une généralisation des résultats, ce travail ouvre deux perspectives de recherche. La première concerne l'exploration temporelle des effets de la mesure de gratuité des transports en commun. Notre analyse évalue l'effet de la mesure entre 6 et 18 mois après la mise en place de la mesure. Or, plusieurs raisons laissent penser que l'effet de la gratuité peut évoluer au cours du temps. D'un côté,



son impact peut s'accroître avec le temps du fait, entre autres, d'un délai pour que l'information sur la mesure diffuse dans la population ou encore d'un temps d'adaptation pour que les individus changent de comportement de mobilité de manière durable (Chen *et al.*, 2011). A l'inverse, l'impact de la gratuité peut diminuer avec le temps en raison d'un effet de mode ou lorsque la hausse de fréquentation générée par la mesure conduit à une surcharge des transports en commun et à une dégradation des conditions de déplacement en transports en commun (Fearnley, 2013). Il serait donc utile de poursuivre les analyses afin de renseigner l'effet à court terme mais aussi à moyen et long terme des mesures de gratuité des transports en commun. La deuxième perspective de recherche concerne les mécanismes sous-jacents de l'effet de la gratuité des transports en commun sur la hausse de fréquentation. En effet, une mesure de gratuité peut engendrer une hausse de fréquentation des transports en commun par l'intermédiaire de deux mécanismes distincts : le report modal et l'émergence de déplacements induits¹³. De plus, le report modal peut provenir de la voiture mais aussi d'autres modes de transports comme la marche ou le vélo. De ce fait, l'observation d'un effet positif de la gratuité sur la fréquentation des transports en commun ne permet pas de juger de la capacité de cette mesure à répondre à des objectifs sociaux, tels que l'amélioration de la mobilité des ménages fragiles, ou à des objectifs environnementaux et sanitaires (ex : baisse des émissions de polluants locaux ou de gaz à effet de serre).

Enfin, au-delà de ces perspectives de recherche, notre analyse permet de dégager plusieurs recommandations méthodologiques. D'une part, elle souligne l'importance d'anticiper les besoins de l'évaluation et, en particulier, de mettre en place un système de collecte d'informations (ex : comptages manuels ou automatiques) en amont de la gratuité de manière à collecter des données similaires avant et après la mesure. D'autre part, elle montre l'intérêt d'organiser des comptages dans différents quartiers desservis par les transports en commun. Dans notre cas, les comptages se sont focalisés sur les arrêts centraux qui représentent la plus grande part de la fréquentation, ce qui a permis aux acteurs de la mobilité d'avoir une bonne vision de l'évolution de la fréquentation agrégée sur l'ensemble du réseau. Mais cette stratégie ne nous a pas permis d'obtenir des informations sur les dynamiques à l'œuvre à d'autres points du réseau, et notamment au niveau des arrêts plus périphériques ou situés dans les quartiers prioritaires de la ville. Une collecte de données sur ces arrêts semble pourtant indispensable pour documenter l'hétérogénéité centre *versus* périphérie de l'effet de la gratuité dans le premier cas et les effets sociaux de la mesure dans le second.

¹³ Premièrement, dans un contexte où les conditions de déplacement avec les autres modes de transport restent constantes, en diminuant le coût généralisé d'un déplacement réalisé en transport en commun, la mesure de gratuité peut favoriser le report modal depuis les autres modes de transport (voiture, vélo, marche à pied) vers les transports en commun. Deuxièmement, la gratuité des transports en commun peut également amener certains usagers à réaliser de nouveaux déplacements qu'ils jugeaient auparavant comme trop « coûteux », compte-tenu du bénéfice qu'ils en auraient retiré, lié à la réalisation d'une activité.



Remerciements

Cette recherche est financée par le Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'Agglomération Clermontoise (SMTC-AC). Les auteurs tiennent à remercier Clermont Auvergne Métropole, le SMTC-AC ainsi que la T2C pour leur appui financier et technique et pour leurs remarques avisées. Merci également aux Autorités Organisatrices de la Mobilité qui ont accepté de nous transmettre des données de fréquentations concernant leur réseau de transport en commun.

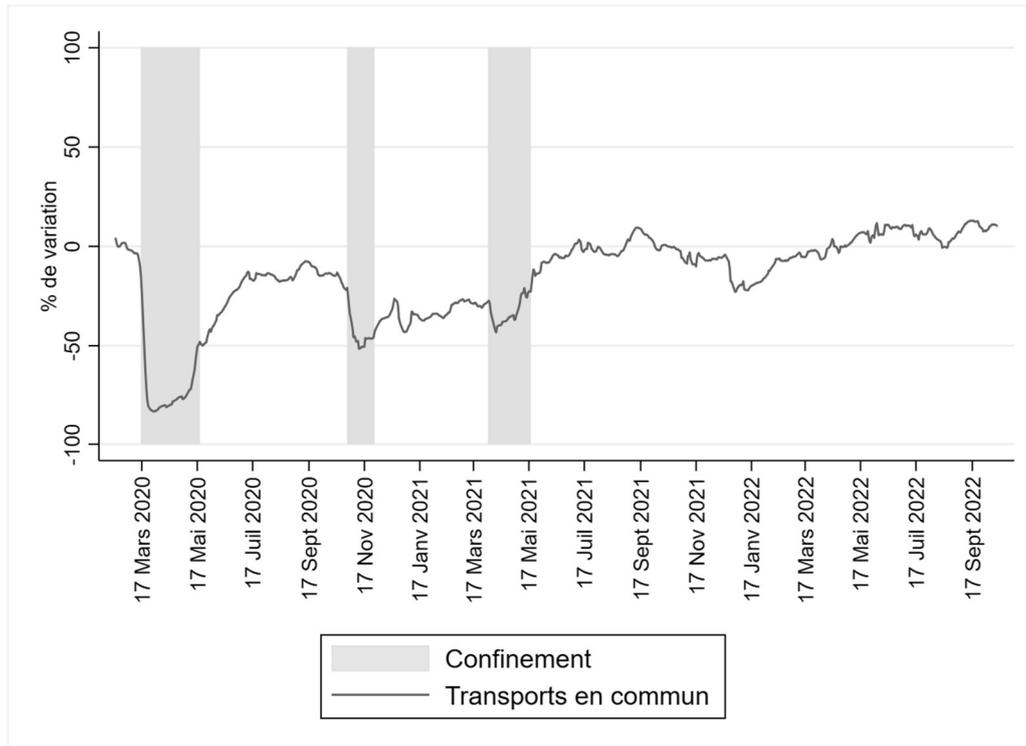
Annexes

Annexe 1. Organisation des comptages manuels réalisés le week-end

Lignes concernées	Arrêt	Comptage samedi	Comptage dimanche
A	Gaillard	15h00-19h00	16h00-20h00
A	Jaude	15h00-19h00	16h00-20h00
A	Lagarlaye	15h00-19h00	
A	Maison de la culture		10h00-14h00
B	Jaude	15h00-19h00	16h00-20h00
B	Gare	15h00-19h00	16h00-20h00
C	Jaude	15h00-19h00	16h00-20h00
3	Gare	15h00-19h00	16h00-20h00
4	Gare	15h00-19h00	16h00-20h00
9	Jaude	15h00-19h00	16h00-20h00
10	Jaude	15h00-19h00	16h00-20h00

Source : auteurs, à partir de données du SMTC-AC.

Annexe 2. Evolution du nombre de voyageurs dans les transports en commun



Source : auteurs, à partir de <https://ourworldindata.org/>



Annexe 3. Jours de comptage et jours de référence de 2019

SAMEDI		DIMANCHE	
Jours de comptage	Jours de référence	Jours de comptage	Jours de référence
11/06/2022	25/05/2019	12/06/2022	26/05/2019
	01/06/2019		02/06/2019
	08/06/2019		09/06/2019
	15/06/2019		16/06/2019
	22/06/2019		23/06/2019
27/08/2022	10/08/2019	28/08/2022	11/08/2019
	17/08/2019		18/08/2019
	24/08/2019		25/08/2019
	31/08/2019		01/09/2019
	07/09/2019		08/09/2019
15/10/2022	28/09/2019	16/10/2022	29/09/2019
	05/10/2019		06/10/2019
	12/10/2019		13/10/2019
	19/10/2019		20/10/2019
	26/10/2019		27/10/2019
26/11/2022	09/11/2019	27/11/2022	10/11/2019
	16/11/2019		17/11/2019
	23/11/2019		24/11/2019
	30/11/2019		01/12/2019
	07/12/2019		08/12/2019
25/02/2023	09/02/2019	26/02/2023	10/02/2019
	16/02/2019		17/02/2019
	23/02/2019		24/02/2019
	02/03/2019		03/03/2019
	09/03/2019		10/03/2019
01/04/2023	16/03/2019	02/04/2023	17/03/2019
	23/03/2019		24/03/2019
	30/03/2019		31/03/2019
	06/04/2019		07/04/2019
	13/04/2019		14/04/2019
03/06/2023	18/05/2019	04/06/2023	19/05/2019
	25/05/2019		26/05/2019
	01/06/2019		02/06/2019
	08/06/2019		09/06/2019
	15/06/2019		16/06/2019



Annexe 4. Echantillons des jours de comptage 2022/2023 et des jours de référence 2019

	Echantillon n°1a		Echantillon n°1b		Echantillon n°2a		Echantillon n°2b		
	Comptage 2022/2023	Référence 2019	Comptage 2022/2023	Référence 2019	Comptage 2022/2023 Jours idéaux	Référence 2019	Comptage 2022/2023 : Jours idéaux	Référence 2019	
	Jours acceptables	Jours acceptables	Jours acceptables	Jours idéaux		Jours acceptables		Jours idéaux	
Samedi	11/06/2022	22/06/2019	11/06/2022	22/06/2019	11/06/2022	22/06/2019	11/06/2022	22/06/2019	
	27/08/2022	31/08/2019	27/08/2022	31/08/2019	27/08/2022	31/08/2019	27/08/2022	31/08/2019	
	15/10/2022	28/09/2019	15/10/2022						
		12/10/2019		12/10/2019					
	26/11/2022	23/11/2019			26/11/2022	23/11/2019			
30/11/2019					30/11/2019				
Dimanche	12/06/2022	26/05/2019	12/06/2022	26/05/2019	12/06/2022	26/05/2019	12/06/2022	26/05/2019	
		02/06/2019		02/06/2019		02/06/2019		02/06/2019	
		23/06/2019		23/06/2019		23/06/2019		23/06/2019	
	16/10/2022	29/09/2019	16/10/2022		16/10/2022		16/10/2022		
		13/10/2019		13/10/2019					
	27/11/2022	01/12/2019	27/11/2022	01/12/2019	27/11/2022	01/12/2019	27/11/2022	01/12/2019	
	26/02/2023	10/02/2019	26/02/2023	10/02/2019	26/02/2023	10/02/2019	26/02/2023	10/02/2019	
		10/03/2019		10/03/2019		10/03/2019		10/03/2019	
	02/04/2023	24/03/2019	02/04/2023	24/03/2019	02/04/2023	24/03/2019	02/04/2023	24/03/2019	
	04/06/2023	19/05/2019	04/06/2023	19/05/2019	04/06/2023	19/05/2019	04/06/2023	19/05/2019	
		26/05/2019		26/05/2019		26/05/2019		26/05/2019	
02/06/2019		02/06/2019		02/06/2019		02/06/2019			
Nb obs.	N = 1 480		N = 1 320		N = 1 176		N = 1 016		



Références bibliographiques

- Abou-Zeid M, Ben-Akiva M (2012) Travel mode switching: Comparison of findings from two public transportation experiments. *Transport Policy* 24 : 48-59.
- Bigo A (2020) *Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement*. Thèse de doctorat en économie. Institut polytechnique de Paris.
- Brough R, Freedman M, Phillips D C (2022) Experimental evidence on the effects of means-tested public transportation subsidies on travel behavior. *Regional Science and Urban Economics* 96 : 103803.
- Bull O, Muñoz J C, Silva H E (2021) The impact of fare-free public transport on travel behavior: Evidence from a randomized controlled trial. *Regional Science and Urban Economics* 86 : 103616.
- Cats O, Reimal T, & Susilo Y (2014) Public Transport Pricing Policy: Empirical Evidence from a Fare-Free Scheme in Tallinn, Estonia. *Transportation Research Record* 2415 (1) : 89-96.
- Cats O, Susilo Y O, Reimal T (2017) The prospects of fare-free public transport: Evidence from Tallinn. *Transportation* 44 (5) : 1083-1104.
- Chen C, Varley D, Chen J (2011) What affects transit ridership? A dynamic analysis involving multiple factors, lags and asymmetric behaviour. *Urban Studies* 48(9) : 1893-1908.
- Cools M, Fabbro Y, Bellemans T (2016) Free public transport: A socio-cognitive analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 86 : 96-107.
- Cordier B (2007) *La gratuité totale des transports collectifs urbains : effets sur la fréquentation et intérêts*. Rapport d'études. ADETEC, ADEME.
- Crozet Y, d'Arcier B F, Mercier A, Monchambert G, Péguy P-Y (2019) *Réflexions sur les enjeux de la gratuité pour le réseau TCL*. Rapport de recherche. SYTRAL, LAET, Lyon.
- Dai J, Liu Z, Li R (2021) Improving the subway attraction for the post-covid-19 era: The role of fare-free public transport policy. *Transport Policy* 103 : 21-30.
- David Q, del Fabbro M, Vertier P (2018) *Etude sur la "gratuité" des transports en commun à paris*. Rapport d'études. Laboratoire interdisciplinaire d'évaluation des politiques publiques : Paris.
- de Palma A, Vosough S, Liao F (2022) An overview of effects of COVID-19 on mobility and lifestyle: 18 months since the outbreak. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 159 : 372-397.
- De Witte A, Macharis C, Mairesse O (2008) How persuasive is "free" public transport? A survey among commuters in the Brussels capital region. *Transport Policy* 15 (4) : 216-224.
- El Zein A, Beziat A, Pochet P, Klein O, Vincent S (2022) What drives the changes in public transport use in the context of the COVID-19 pandemic? Highlights from Lyon metropolitan area. *Regional Science Policy & Practice*, 14(S1) : 122-141.



- Erhardt, G. D., Hoque, J. M., Goyal, V., Berrebi, S., Brakewood, C., & Watkins, K. E. (2022). Why has public transit ridership declined in the United States?. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 161, 68-87.
- Fearnley N (2013) Free fares policies: impact on public transport mode share and other transport policy goals. *International Journal of Transportation* 1 : 75-90.
- GART (2019) *Gratuité(s) des transports publics pour les usagers : Une étude du GART pour objectiver le débat*. Rapport d'analyse.
- Hess D B (2017) Decrypting fare-free public transport in tallinn, estonia. *Case studies on transport policy* 5 (4) : 690-698.
- Holmgren J (2007) Meta-analysis of public transport demand. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41(10) : 1021-1035.
- Huré M, Javary C-M (2020) La gratuité des transports pour changer les comportements de mobilité ? Premiers retours de l'expérience dunkerquoise (2018-2019). *Transports urbains* 136 (1) : 23-27.
- Kęłowski W (2020) Why (not) abolish fares? Exploring the global geography of fare-free public transport. *Transportation* 47 (6) : 2807-2835.
- Medina S, Adélaïde L, Wagner V, de Crouy Chanel P, Real E, Colette A, Couvidat F et al (2021) *Impact de pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine. Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019*. Santé publique France, Saint-Maurice.
- Observatoire des villes du transport gratuit (2020) La gratuité en cartes – 4/ La gratuité des transports au programme des élections municipales 2020 [en ligne] <http://www.obs-transport-gratuit.fr/travaux-164/etudes-de-l-observatoire-175/la-gratuite-en-cartes-4-la-gratuite-des-transports-au-programme-des-elections-municipales-2020-billet-386.html>
- Parry I W H, Small K A (2009) Should urban transit subsidies be reduced? *American Economic Review* 99 (3) : 700-724.
- Roderich M-S (2020) *Analyse ex-post de la mise en place de la gratuité totale des transports en commun en France*. Mémoire de fin d'études de Master en Sciences et Gestion de l'Environnement. Université Libre de Bruxelles.
- Tao S, Corcoran J, Rowe F, Hickman M (2018) To travel or not to travel: 'Weather' is the question. Modelling the effect of local weather conditions on bus ridership. *Transportation research part C: emerging technologies* 86 : 147-167.
- Taylor B D, Fink C N (2013) Explaining transit ridership: What has the evidence shown? *Transportation Letters* 5 (1): 15-26.
- Thøgersen J (2009) Promoting public transport as a subscription service: Effects of a free month travel card. *Transport Policy* 16 (6) : 335-343.