



HAL
open science

Plus de voiture pour davantage de vélo? Une étude sur la ville de Tours

Antoine Pietri

► **To cite this version:**

Antoine Pietri. Plus de voiture pour davantage de vélo? Une étude sur la ville de Tours. 2022.
hal-03739839

HAL Id: hal-03739839

<https://hal.inrae.fr/hal-03739839v1>

Preprint submitted on 28 Jul 2022

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.

Plus de voiture pour davantage de vélo ? Une étude sur la ville de Tours

Antoine Piétri



CEE-M Working Paper 2022-07

Plus de voiture pour davantage de vélo ? Une étude sur la ville de Tours

No more cars for more cycles? A study case based on the city of Tours

Antoine PIETRI

CEE-M, Univ Montpellier, CNRS, INRAE, Montpellier SupAgro, Montpellier, France

antoine.pietri@umontpellier.fr

N°ORCID : 0000-0003-2730-2239

Mots-clés

Evaluation d'impact ; Incitation au vélo ; Série temporelle segmentée.

Keywords

Cycle promotion ; Impact assessment ; Interrupted time series analysis.

Classification JEL : C22, R41, R42

Résumé

Nous étudions, pour la ville de Tours, l'impact de la fermeture du Pont Wilson aux voitures entre le 13 août 2020 et le 24 mai 2021 sur la fréquentation du pont par les vélos. Nous disposons de données quotidiennes de compteurs vélos entre le 2 juin 2016 et le 24 mai 2021, de variables de contrôles calendaires, climatiques et sanitaires. En recourant à la méthode des séries temporelles segmentées, nous trouvons que cette fermeture est associée à une hausse de 7,66 % (IC95 % : +0,8 % ; +14,8 %) du trafic cycliste. En raison de certaines limites inhérentes à nos données (*e.g.*, changements de compteurs vélos, aménagements cyclistes transitoires dans la ville de Tours), il semble toutefois difficile d'imputer la totalité de l'effet obtenu à la fermeture du Pont Wilson.

Abstract

We study the impact of the closing of the Wilson Bridge (in the French city of Tours) to cars between August 13, 2020 and May 24, 2021 on bicycle ridership. We have daily data from bicycle counters between June 2, 2016 and May 24, 2021, as well as calendar, climate and COVID-related control variables. We argue that calculations based on average bicycle ridership comparisons tend to significantly overestimate the effect of closing the Wilson Bridge to cars (a 20% increase when comparing one specific month before and after the closing). Indeed, the increasing trend in bicycle use and growing environmental awareness are very strong confounding factors. Using an interrupted time series analysis, we find that this closure would be associated with a 7.66% (CI95%: +0.8%; +14.8%) increase in bicycle traffic. We performed several robustness tests and falsification tests that allowed us to confirm that there was indeed an increase in bicycle traffic. We believe it is important to conduct this type of study, especially when there are multiple exogenous shocks. Finally, we highlight some limitations of our methodology. In particular, because of the data used, it is impossible to clearly separate the

effect attributable to a specific development from the totality of bicycle developments made during the COVID pandemic. One should stay particularly cautious with the results of the present study.

Points clés

- Nous étudions l'impact de la fermeture du Pont Wilson aux voitures sur le trafic cycliste.
- Nous utilisons les données disponibles sur le portail OpenData Tours Métropole Val de Loire.
- Nos résultats indiquent une hausse de 7,7% (IC95% : 0,84% – 14,84%) du nombre de vélos sur la période de fermeture du pont aux voitures.
- Ces résultats doivent être interprétés prudemment en raison de l'existence de facteurs confondants.

-1-

Introduction

L'utilisation du vélo est un enjeu de santé publique (Götschi *et al.*, 2016 ; Tainio *et al.*, 2016) et de transition écologique (Courbe, 2020) constituant un impératif des politiques d'aménagement urbains. Dans une analyse coûts-bénéfices à l'échelle de l'Union Européenne, Gössling *et al.* (2019) estiment ainsi que chaque kilomètre parcouru en voiture génère un coût social de 0,11€, tandis que la même distance parcourue à vélo serait à l'origine d'un bénéfice social de 0,18€, en partie grâce aux bienfaits sur la santé.

Dans la littérature économique, le choix du mode de transport est fréquemment présenté comme un arbitrage entre la durée du transport et les coûts monétaires et non-monétaires associés (Barberan *et al.*, 2017). L'individu choisit le mode de transport lui conférant l'utilité la plus grande. Il est alors possible d'encourager la pratique cycliste à travers différents leviers : renchérissements des modes de transports alternatifs, subventions à l'achat du matériel cycliste ou encore aménagements de zones réservées à la circulation des cyclistes. Dans cet article, nous proposons d'étudier l'effet de la fermeture à la circulation automobile du Pont Wilson, à Tours, qui a eu lieu entre le 13 août 2020 et le 24 mai 2021. Ce type de mesure permet à la fois de sécuriser les trajets cyclistes – sur le plan de l'intégrité physique et de l'exposition aux particules fines – et de diminuer le temps de trajet d'un cycliste relativement à un automobiliste. Cet aménagement a dans un premier temps été présenté comme une expérience pouvant être pérennisée en cas de succès (Compain, 2020). Dès lors, une attention particulière doit être apportée à l'évaluation des effets de la mesure. La question du succès, ou non, est complexe car les objectifs associés sont nombreux : diminution des conflits entre piétons et cyclistes, incitation à l'utilisation du vélo plutôt que la voiture, mais aussi le contentement d'électeurs ayant voté pour un maire écologiste lors des élections municipales de 2020. Dans le cadre de cet article, nous nous concentrons uniquement sur le lien entre la fermeture du Pont Wilson aux voitures et le trafic cycliste sur ce pont.

Pour ce faire, nous recourons à la méthode des séries temporelles segmentées (*interrupted time series*, ci-après ITS) consistant à se servir des observations passées pour construire un contrefactuel. En l'absence d'un groupe témoin, cette méthode constitue la meilleure manière de déterminer la magnitude de l'effet d'une mesure (López Bernal *et al.*, 2017 ; Wagner *et al.*,

2002). Nous trouvons que l'effet de l'interdiction aux voitures du pont Wilson serait responsable d'une augmentation de la fréquentation cycliste de 7,66 % (IC95% : 0,84% – 14,84%) entre le 13 août 2020 et le 24 mai 2021. Pour nous assurer que cette hausse n'est pas uniquement le fruit d'une déviation des itinéraires, nous avons montré que les ponts proches n'avaient pas connu de baisse de la fréquentation cycliste sur cette période. Cependant, en raison de la mise en œuvre concomitante de plusieurs aménagements transitoires cyclables, il nous semble plus prudent d'attribuer cette hausse de 7,66 % de hausse à un ensemble de mesures ayant eu lieu sur la période à Tours. Enfin, cette étude met aussi en évidence les effets de la crise sanitaire sur l'utilisation du vélo par les Tourangeaux. Il apparaît que les deux premiers confinements de 2020, ainsi que le télétravail influencent négativement le nombre de vélos en circulation. Par contre, le troisième confinement sous-titré « dehors en citoyen », aurait stimulé le trafic cycliste sur le pont.

Dans la section suivante, nous présentons quelques éléments sur le contexte tourangeau ainsi que les méthodes traditionnellement utilisées pour mesurer l'efficacité des aménagements cyclables sur la fréquentation des vélos. La troisième section présente la méthode utilisée dans cette étude, ainsi que les principaux enseignements que l'on peut en tirer. Notre quatrième section apporte des éléments permettant d'appréhender le degré de confiance que le lecteur peut avoir en nos résultats. Nous insistons en particulier sur la grande vigilance à avoir en raison de l'existence de facteurs confondants impossibles à prendre en compte avec les données dont nous disposons. La cinquième section conclue.

-2-

Eléments de contexte

Dans cette section, nous présentons brièvement certaines caractéristiques géographiques et politiques pertinentes pour comprendre les spécificités de notre étude. Puis, nous évoquons quelques éléments sur les méthodologies utilisées pour l'évaluation du lien entre aménagement cyclable et utilisation du vélo.

2.1. Quelques éléments sur Tours et le Pont Wilson

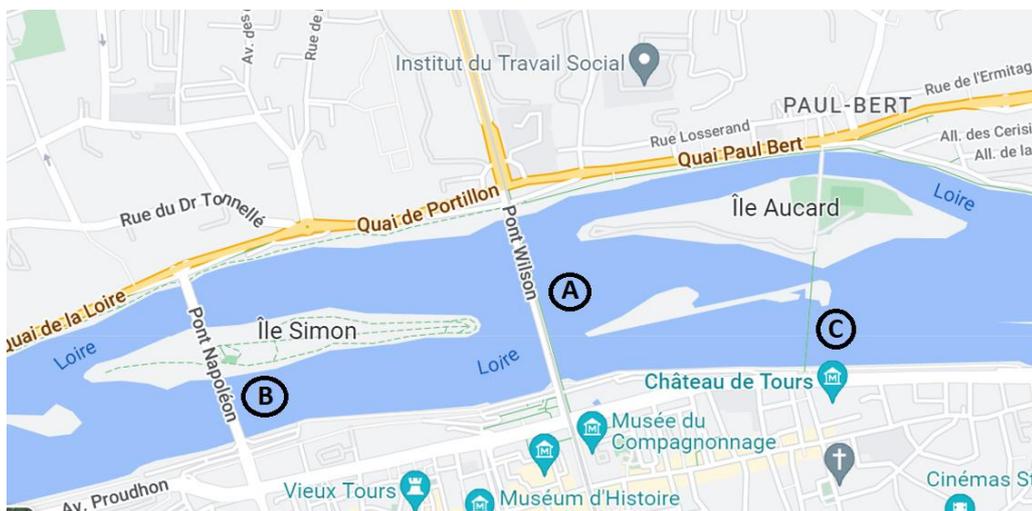
Tours est une commune de la région Centre-Val de Loire qui compte 137 087 habitants en 2019. D'après une étude menée par le Collectif Cycliste 37 (2020) sur les villes de plus de 100 000 habitants en 2019, Tours figure à la 22^{ème} place du classement du nombre de mètres de pistes cyclables par habitant (32km pour un total de 0,237m de pistes cyclables / habitant). Elle se hisserait même à la 1^{ère} place si l'on intègre l'ensemble des aménagements cyclables (dont les trottoirs partagés, bandes cyclables etc.). De même, elle apparaît comme la 7^{ème} grande ville de France la mieux adaptées au vélo en 2021 (Baromètre des villes cyclables, 2021). Enfin, Tours s'inscrit pleinement de « La Loire à Vélo », itinéraire cyclable de 900 km parcourant le long de la Loire. Les aménagements cyclables sont donc une préoccupation centrale de la ville de Tours.

Sur le plan politique, en juin 2020, Emmanuel Denis, candidat Europe Écologie Les Verts, a été élu maire de Tours au second tour des élections municipales avec 54,94% des suffrages exprimés. Sa première décision municipale a été la création d'un « nouveau parcours de piste cyclable transitoire » visant, à terme, à relier le centre de Tours et la Gare TGV de Saint-Pierre-

des-Corps (Duguet, 2020). Dans le cadre de cet article, nous nous intéressons à une action forte : la fermeture du Pont Wilson aux voitures entre le 13 août 2020 et le 24 mai 2021¹.

Le Pont Wilson, achevé en 1778, est le pont le plus ancien de Tours. Long de 434 mètres il enjambe la Loire et permet de faire la jonction entre le Nord de Tours et le vieux Tours. Depuis la mise en service du tramway en 2013, il accueillait des cyclistes, des voitures, des piétons et des tramways. Lors de la tenue du premier conseil municipal du nouveau maire de Tours, le 24 juillet 2020, la fermeture du Pont Wilson aux voitures a été annoncée avec une prise d'effet au 13 août 2020. Dans les discours d'Emmanuel Denis, cette mesure a été présentée comme un aménagement transitoire, pouvant être pérennisé en cas de succès (Compain, 2020). Il est donc crucial d'en évaluer l'impact sur le trafic cycliste. Plus précisément, le calendrier a été le suivant. La fermeture du Pont Wilson a d'abord été considérée comme une expérimentation sur la période du 13 août 2020 au 24 mai 2021 (soit 285 jours). Puis, la circulation des voitures a été réautorisée jusqu'à la fin août 2021 en raison de travaux sur le Pont Napoléon (voir Figure 1), pour éviter la congestion automobile. Depuis, le Pont Wilson est réservé aux mobilités dites « douces ».

Figure 1 : Carte des ponts au Nord de Tours



Source : Carte des ponts au Nord de Tours, France, *Google Maps*, 8 juillet 2022. Les modifications ont été apportées par l'auteur.

La Figure 1 permet de visualiser le pont Wilson (marqué d'un « A » sur la carte). On peut voir aussi qu'il existe deux autres ponts proposant des voies cyclables : le Pont Napoléon (« B »), à l'est, et le Pont de Fil (« C »), à l'ouest. Le Tableau 3 dans l'Annexe 3 représente le trafic annuel sur chaque pont.

2.2. Evaluation de l'effet des aménagements cyclistes

A notre connaissance, les méthodes d'évaluation des aménagements sur le trafic cycliste sont essentiellement des calculs de moyennes glissantes. Par exemple, dans la méthode d'évaluation des aménagements cyclables proposée par la Direction régionale de l'environnement, de

¹ A la suite de cette date, le pont a été réouvert temporairement aux voitures en raison de travaux sur le Pont Napoléon.

l'aménagement et du logement (DREAL) Pays de la Loire, il convient de « comparer les données du compteur avant et après l'aménagement, idéalement sur une base annuelle (moyenne glissante) centrée sur la même période » (Lucas, 2019, p.14). Le rapport mentionne aussi la vigilance à observer en cas de travaux réalisés sur l'aménagement évalué, ou dans les environs. En effet, cela constituerait des chocs exogènes de nature à influencer le trafic cycliste, et donc à biaiser l'évaluation. Cependant, une comparaison de moyennes souffre de plusieurs limites importantes pour notre étude : elle ne prend pas en compte l'existence d'une tendance temporelle dans l'utilisation du vélo, ni des facteurs climatiques, et encore moins des perturbations liées à la crise sanitaire de la COVID (pertinentes dans notre étude). En d'autres termes, s'il peut s'agir d'un élément descriptif intéressant, une comparaison de moyennes ne peut en aucun cas constituer une estimation fiable de l'effet d'un aménagement cyclable sur la fréquentation cycliste.

Une autre manière de procéder est de comparer le nombre de passages à vélo sur un mois d'année en année. En choisissant un mois considéré comme représentatif, ou peu affecté par des chocs exogènes, il est alors possible de se faire une idée de l'impact d'un aménagement cyclable sur la fréquentation cycliste. C'est par exemple la méthode utilisée par Marqués et al. (2015) lors de l'aménagement du réseau de pistes cyclables à Séville entre 2006 et 2011. Les auteurs estiment le nombre de trajets à vélo dans un jour ouvré typique du mois de novembre et constatent l'évolution sur la période. Procéder ainsi permet d'éliminer un certain nombre de risques de mauvaises estimations liées à des éléments extérieurs. Pour autant, cette méthode ne permet pas de dissocier le véritable effet des aménagements cyclables d'une tendance haussière potentiellement préexistante.

Dans le cas de la ville de Tours, des comparaisons de moyennes journalières ont été réalisées. Ainsi, une hausse de 20 % de la circulation des vélos a été obtenue en comparant les données de septembre 2020 à celle de septembre 2019 (Proult, 2020). Le chiffre de +18 % a aussi été évoqué en comparant le trafic cycliste entre février 2020 et février 2021 (Bellanger, 2021). Comme expliqué précédemment, cette évaluation ne peut pas être considérée comme fiable au regard du nombre importants de facteurs confondants. Dans la section suivante, nous proposons une stratégie empirique que nous pensons être davantage adaptée à ce type d'évaluation, bien qu'elle connaisse, elle aussi, un certain nombre de limites discutées en Section 4.

-3-

Stratégie empirique et résultats

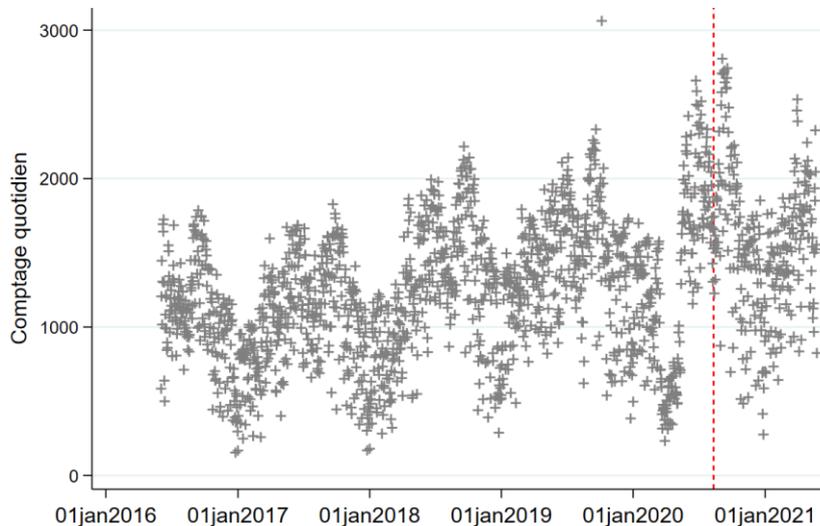
Pour étudier l'impact de la fermeture du pont Wilson sur la fréquentation des cyclistes, nous recourons dans un premier temps à une ITS (López Bernal *et al.*, 2017), en tenant compte des spécificités présentées par le contexte tourangeau. Dans ce type de méthode traditionnellement utilisée en épidémiologie, l'interdiction du Pont Wilson aux voitures est appelée le « traitement » et s'étend du 13 août 2020 au 24 mai 2021 (285 jours).

3.1. Données utilisées

La variable expliquée, $Comptage_t$, est le nombre de passages de cyclistes enregistrés quotidiennement sur le Pont Wilson entre le 2 juin 2016 et le 24 mai 2021. Les données sont obtenues sur le portail OpenData Tours Métropole Val de Loire disponible sur le site <https://data.tours-metropole.fr/>. Chaque croix de la Figure 2 représente un comptage quotidien de vélos ayant franchi le Pont Wilson au cours d'une journée. Une inspection visuelle permet

de déduire une tendance haussière aux déplacements à vélo sur ce pont depuis 2016. Au total la base de données est constituée de 1 819 observations, et le traitement – débutant à la ligne verticale en pointillés dans la Figure 2 – représente 15,67% de notre échantillon total.

Figure 2. Fréquentation cycliste du Pont Wilson (2 juin 2016 – 24 mai 2021)



Source : données obtenues sur le portail OpenData Tours Métropole Val de Loire (<https://data.tours-metropole.fr/>)

Pour mesurer l'effet du traitement, nous recourons à deux types de variables. Une variable dichotomique, *Int*, codant 1 pendant l'interdiction (*i.e.* entre le 13 août 2020 et le 25 mai 2021), 0 sinon. Cette variable mesure un effet instantané de l'interdiction. La deuxième variable, *Int_T*, correspond au nombre de jours écoulés depuis la décision de l'interdiction du Pont Wilson aux voitures. Elle permet de capturer un éventuel changement progressif dans la fréquentation cycliste.

L'objectif de ce travail étant d'établir un lien entre la fermeture du Pont Wilson aux voitures et la fréquentation cycliste, il est important de prendre en compte quatre types de variables de contrôle, toutes susceptibles d'influencer l'utilisation du vélo. Il s'agit de variables météorologiques, calendaires, liées à la crise de la COVID19 et enfin de tendance temporelle capturant l'évolution de l'utilisation du vélo à Tours.

Pour **les variables météorologiques**, nous recourons aux données d'observations issues de messages internationaux d'observation en surface (SYNOP) de l'Organisation Météorologique Mondiale, disponibles sur le site <https://data.tours-metropole.fr/>. En particulier, trois variables ont été utilisées dans cette étude : le taux d'humidité (*Hum*), la vitesse du vent (*Vent*) et la température (*Temp*). Pour chacune de ces variables, des mesures sont renseignées jusqu'à huit fois dans la journée. Dans notre étude, la valeur prise par ces variables est la valeur maximale des huit mesures prises quotidiennement².

Les **variables calendaires** – relatives à des jours précis dans l'année – permettent de rendre compte des usages du vélo (mobilité pendulaire ou au contraire pour le loisir). Tout d'abord, pour capturer la saisonnalité journalière, nous avons créé une variable dichotomique, *WE*, codant 1 si le jour de la semaine est un samedi ou dimanche, 0 autrement. Comme mesure

² Il existe des données manquantes, mais chaque jour dispose d'au moins une mesure des trois variables évoquées.

alternative, nous avons aussi des variables dichotomiques pour chaque jour de la semaine (lundi, mardi etc.). Par ailleurs, nous utilisons aussi cinq variables dichotomiques codant 1 lors des cinq vacances scolaires (Toussaint, Noël, Hiver, Printemps et Été)³. En effet, les vacances engendrent des changements d'utilisation du vélo. Enfin, nous avons une variable *Ferm_Nap* qui code 1 du 5 au 24 mai 2021 – période pendant laquelle le compteur du Pont Napoléon était désactivé. Il est ainsi possible que des détours vers le Pont Wilson aient été réalisés.

Les **variables liées à la crise sanitaire** sont importantes, car la COVID19 a certainement influencé les choix entre les différents moyens de transport. Par ailleurs, les différents confinements sont susceptibles d'avoir des effets directs sur les trajets domicile-travail. Nous utilisons donc trois variables dichotomiques, $Conf_i$, codant respectivement 1 pour le premier confinement (17 mars au 11 mai 2020), le deuxième (30 octobre au 15 décembre 2020) et le troisième (3 avril au 3 mai 2021)⁴. Enfin, l'effet de la crise sanitaire est aussi passé par les mesures de télétravail qui ont *de facto* limité les trajets domicile-travail. La difficulté dans la prise en compte du télétravail est que chaque entreprise a adopté des règles propres en fonction de la nature de l'activité, des locaux etc. Par ailleurs, les données de cyclistes étant anonymes, il est impossible de préciser leur exposition au télétravail. Pour avoir un proxy de cet effet, nous avons utilisé les réglementations des services publics publiées sur le site internet www.service-public.fr, avec l'hypothèse que les réglementations s'appliquant dans le secteur public sont corrélées avec celles du secteur privé. La variable utilisée sera donc le nombre de jours de télétravail recommandés (tous les détails sur la construction de cette variable sont précisés dans l'Annexe 1).

Enfin, la tendance temporelle est une dimension importante à prendre en compte pour deux raisons. Tout d'abord car les préoccupations environnementales tendent à devenir de plus en plus importantes. Ensuite, car le développement des vélos électriques rend la pratique moins exigeante physiquement et donc plus accessible à une partie de la population. A ce titre, la Figure 2 suggère aussi l'existence d'une telle tendance haussière. Dans le but de prendre en considération cela, une variable T , capturant une tendance linéaire, est ajoutée au modèle.

3.2. Stratégie empirique

Pour comparer la fréquentation cycliste du pont Wilson avant la fermeture et après la fermeture, nous recourons à la méthode des ITS. En particulier, nous estimons le modèle journalier suivant :

$$Comptage_t = \beta_0 + \beta_1 T_t + \beta_2 Int_t + \beta_3 Int_{T_t} + \beta_4 X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Avec X_t correspondant à l'ensemble des variables de contrôle météorologiques, calendaires et sanitaires explicitées ci-dessus. Les coefficients β_2 et β_3 capturent respectivement l'existence d'un effet en niveau et d'un effet sur la tendance de la fermeture du Pont Wilson aux voitures sur le trafic cycliste. Comme on peut le voir dans le Tableau 2, la variance des comptes journaliers de cyclistes sur le pont Wilson est bien supérieure à sa moyenne (phénomène de surdispersion). Par conséquent une distribution binomiale négative a été préférée à une distribution de Poisson dans l'ensemble des estimations présentées ci-dessous. Pour palier les problèmes d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation des résidus, nous utilisons les écarts-types

³ Les calendriers des vacances scolaires ont été codés à partir des calendriers de l'académie Orléans-Tours entre 2016 et 2021.

⁴ Les confinements sont codés par des variables séparées car les effets attendus sur la fréquentation cycliste sont très hétérogènes. En effet, on peut s'attendre à ce que le premier confinement, très stricte, se traduise par un effet plus important sur la fréquentation cycliste que le troisième sous-titré « Dedans avec les miens, dehors en citoyen » par le gouvernement Castex.

de Newey-West. Enfin, la saisonnalité présente dans la série temporelle est prise en compte par l'ajout des variables de contrôle calendaires dans le modèle (voir Section 3.2).

3.3. Résultats

Tous les résultats ont été obtenus avec le logiciel STATA 16.1. Les fichiers de réplifications sont disponibles sur la plate-forme Mendeley, dès la publication de cet article. Le Tableau 1 présente les résultats de nos estimations (voir l'Annexe 2 pour une explication du mode de calcul des effets totaux en %).

Tableau 1 : Effet de l'interdiction du Pont Wilson à la circulation automobile

	Résultat (1)	Résultat (2)	Falsification (3)	Falsification (4)
Int	0.0413*** (0.00917)	0.0438*** (0.00919)	-0.0222 (0.0476)	0.0229 (0.0533)
Int_T	0.000236 (0.000175)	0.000181 (0.000175)	7.94e-05 (0.000120)	-0.000477* (0.000257)
T	0.000371*** (2.39e-05)	0.000370*** (2.38e-05)	0.000372*** (3.83e-05)	0.000367*** (3.23e-05)
Conf1	-1.051*** (0.0208)	-1.050*** (0.0207)	-1.043*** (0.0321)	-1.013*** (0.0221)
Conf2	-0.149*** (0.0283)	-0.152*** (0.0286)		
Conf3	0.0452*** (0.0146)	0.0450*** (0.0143)		
Effet total en % (IC95%)	+7,7%** (+0,8% ; +14,8%)	+7,1%** (+0,3% ; +14,3%)	-1% (-13.1% ; +12.7%)	-4.2% (-19,8% ; +14%)
Saisonnalité	Jours	Week-end	Jours	Jours
Contrôles	Oui	Oui	Oui	Oui
LL	-14 711	-14 715		
Observations	1 818	1 818	1 533	1 533
Durée du traitement (jours)	285	285	285	240

Note : les erreurs standards obtenues avec la procédure Newey-West figurent entre parenthèses. *** correspond à $p < 0.01$, ** à $p < 0.05$ et * à $p < 0.1$. « Saisonnalité » explique la manière dont la saisonnalité est prise en compte : « Jours » pour l'inclusion de variables dichotomiques pour chaque jour de la semaine et « Week-end » pour une variable dichotomique codant 1 pour le Samedi et le Dimanche, 0 pour les autres jours de la semaine. « Contrôles » fait référence à l'inclusion des variables calendaires, climatiques et sanitaires présentés dans la Section 3.1. LL correspond à la log-vraisemblance. Voir le Tableau 4 pour l'ensemble des coefficients estimés.

Le principal enseignement de la première colonne du Tableau 1 est que la fermeture du Pont Wilson aux voitures aurait causé une hausse de +7,7% (IC95% : +0,8% ; +14,8%) du trafic cycliste entre le 13 août 2020 et le 24 mai 2021. La hausse observée serait un choc en niveau, c'est-à-dire que tout se passe comme si un certain nombre de cyclistes supplémentaires avaient décidé de passer par là de façon régulière. Ce résultat est robuste lorsque l'on capture la saisonnalité avec les week-ends au lieu des jours de la semaine (colonne (2) du Tableau 1). Ainsi, la mesure de fermeture du Pont Wilson aurait bien eu un effet important sur la fréquentation cycliste, de l'ordre de 111 passages supplémentaires par jour, en moyenne.

D'autres résultats intéressants sont aussi à relever. Tout d'abord, on constate que l'utilisation du vélo serait davantage liée aux trajets domicile-travail qu'à des loisirs (les week-ends et vacances se traduisent par une baisse de la fréquentation). De plus, nous constatons que les confinements ont eu des effets différents. Si les deux premiers confinements ont fortement fait chuter la fréquentation cycliste du Pont Wilson – surtout le premier – le troisième est quant à lui associé à une hausse significative. Ce résultat peut se justifier par la philosophie de ce dernier, davantage tournée vers des déplacements responsables, avec le port du masque et/ou l'utilisation de moyen de transport individuel (dont le vélo fait partie). Enfin, le coefficient associé à la variable T ressort aussi positif et significatif, ce qui confirme l'existence d'une tendance haussière à l'utilisation du vélo à Tours. Ce dernier résultat montre la limite des comparaisons mensuelles : elles vont systématiquement surestimer l'effet du traitement en raison de la non prise en compte de cette tendance haussière préexistante.

-4-

Discussion

Dans cette dernière partie de l'article, nous réalisons tout d'abord des tests de falsification pour nous assurer que l'effet obtenu n'est pas un artefact statistique. Ensuite, nous cherchons à déterminer si l'effet mis en évidence dans le Tableau 1 ne serait pas uniquement lié à un changement d'itinéraire des tourangeaux. Enfin, nous évoquons certaines limites liées à cette étude, ainsi que les doutes qu'elles soulèvent.

4.1. Tests de falsification

Dans un premier temps nous vérifions que l'effet obtenu n'est pas uniquement le fruit de la méthode elle-même. Pour ce faire, nous nous inspirons de Linden (2015) et menons un test de falsification (ou *placebo*). Pour ce faire, nous supprimons les 285 jours après la fermeture du Pont Wilson aux voitures, puis nous répliquons la stratégie empirique présentée dans la Section 3.2. Les données restantes sont donc des données antérieures au traitement n'ayant aucune chance d'avoir été affectés par ce dernier.

Nous avons choisi deux départs fictifs (pseudo-départ) du traitement. Dans la colonne (3) du Tableau 1, nous reportons les résultats obtenus lorsque l'on considère une durée du traitement identique à la situation initiale, à savoir 285 jours. Ainsi, le traitement fictif s'étend du 2 novembre 2019 au 13 août 2020. Lorsque nous réestimons notre modèle nous ne trouvons plus d'effet significatif du traitement. La colonne (4) du Tableau 1 reporte quant à elle les résultats d'un autre test de falsification où nous avons conservé le rapport durée du traitement / nombre d'observations constant par rapport à la situation initiale (15,68%). Cela nous amène à choisir un départ fictif au 16 décembre 2019, pour une durée totale du traitement de 240 jours. Ici encore, nous ne trouvons pas d'effet total du traitement significatif sur le plan statistique.

Le fait que nous ne trouvons pas d'effets significatifs lors des tests de falsification nous permet d'écarter le risque que l'effet total présenté dans la Section 3 ne soit qu'un artefact statistique lié à l'utilisation d'une ITS.

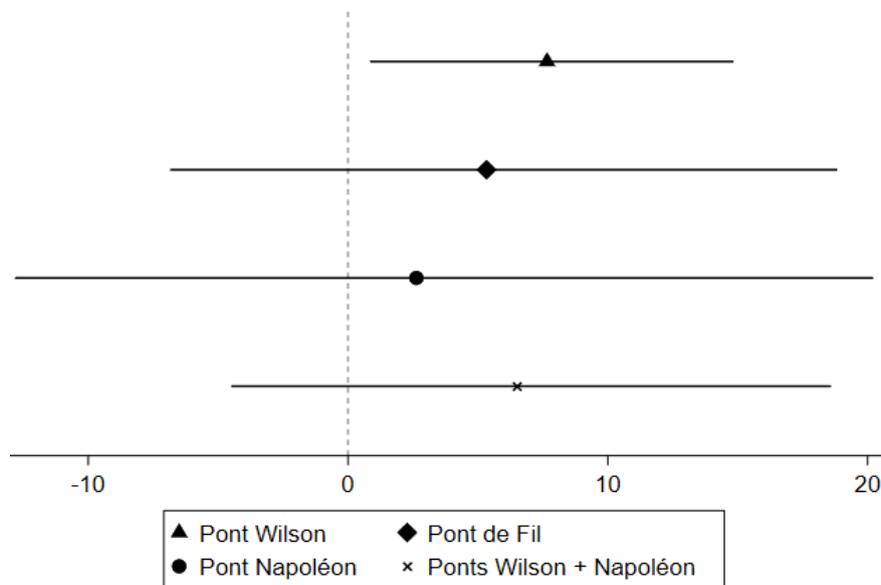
4.2. Investigation sur les canaux de transmission

Nous cherchons maintenant à comprendre d'où provient l'augmentation mise en évidence dans la Section 3. Une piste d'explication pourrait venir du fait que les cyclistes n'aient en fait que changé leur itinéraire. Au lieu de passer par le Pont Napoléon (700m à l'ouest) ou le Pont de Fil (650m à l'est), les cyclistes auraient choisi d'emprunter le Pont Wilson. Dans ce cas, l'interdiction du Pont Wilson aux voitures n'aurait pas eu l'effet stimulant attendu sur l'utilisation du vélo.

Il convient de préciser que le compteur du Pont de Fil est un compteur « mixte » prenant en compte à la fois les piétons et les cyclistes. Pour voir s'il y a eu des effets de déviation, nous avons estimé l'équation (1) avec les données des compteurs du Pont de Fil et du Pont Napoléon (voir le Tableau 5). La Figure 3 représente la magnitude des effets totaux du traitement pour les différents ponts. Nous retrouvons avec la ligne supérieure l'effet de +7,7 % (IC95% : +0,8 % ; +14,8 %) obtenu pour le Pont Wilson dans la Section 3. La deuxième ligne montre au contraire une absence d'effet significatif sur la fréquentation cycliste et pédestre du Pont de Fil. Il en est de même pour l'effet du traitement sur la fréquentation cycliste du Pont Napoléon. Ainsi, les deux ponts proches du Pont Wilson n'ont pas connu de diminution de leur trafic sur l'ensemble de la période durant laquelle l'interdiction était effective. Une étude plus précise du Tableau 5 nous invite à penser qu'il y aurait tout de même un effet de détournement – les coefficients associés à la variable *Int* sont négatifs et significatifs au seuil de 1 % – mais que le changement d'itinéraire n'aurait été que temporaire – coefficients associés à la variable *Int_T* positifs et significatifs. Tout s'est donc passé comme si les cyclistes avaient été curieux du nouvel aménagement, avant de reprendre leur itinéraire initial⁵. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle la hausse de 7,7 % du trafic cycliste sur le Pont Wilson serait uniquement due à un changement d'itinéraire des cyclistes semblerait invalidée. La croissance observée sur le Pont Wilson ne se serait pas faite au détriment de la fréquentation cycliste sur les ponts de Fil et Napoléon.

⁵ Cependant, comme les données sont anonymes il n'est pas possible d'affirmer avec certitude qu'il s'agisse bien de d'une déviation temporaire des cyclistes.

Figure 3. Effets de la fermeture du Pont Wilson sur la fréquentation des ponts Nord de Tours (IC 95%), en % d'augmentation



Note : la première ligne (avec le triangle) représente l'effet de la fermeture du Pont Wilson aux voitures sur la fréquentation cycliste, ainsi que son IC à 95%, sur la période du 2 juin 2016 au 24 mai 2021 (1 818 jours). Pour les ponts suivants, les périodes d'investigation ont été raccourcies en fonction de la disponibilité des données. La deuxième ligne (losange) concerne l'impact du traitement sur la fréquentation cycliste et piétonne sur la période du 30 juin 2016 au 24 mai 2021 (1 790 jours). La troisième ligne (rond) représente la magnitude de l'effet de la fermeture du Pont Wilson sur la fréquentation cycliste sur le Pont Napoléon entre le 6 juillet 2017 et le 24 mai 2021 (1415 jours). Enfin, la dernière ligne correspond à la mesure de l'impact sur la fréquentation de l'agrégation des données des ponts Napoléon et Wilson sur la période du 6 juillet 2017 au 24 mai 2021 (1415 jours).

Pour autant, cette hausse est-elle significative au niveau du trafic global entre Tours Nord et Tours Centre ? Les trois ponts (Wilson, de Fil et Napoléon) représentent 95 % du trafic cycliste⁶. Cependant, le Pont de Fil est doté d'un compteur mixte ne distinguant pas les piétons des cyclistes. Par conséquent, nous avons choisi d'agréger uniquement les données des ponts Wilson et Napoléon comme proxy du trafic cycliste global⁷. Nous estimons notre modèle à partir de ces données. La quatrième ligne de la Figure 3 montre qu'il y aurait eu une hausse du trafic global de 6,5 %, mais que cette hausse n'est pas significative. Toutefois, un examen du Tableau 5 laisse présager qu'il y a eu un effet positif sur le trend d'utilisation du vélo significatif au seuil de 95 %. Nos résultats tendent alors à indiquer qu'il y a eu une tendance haussière du trafic global entre Tours Nord et Tours Centre, mais que cet effet ne suffit pas pour diagnostiquer un effet total positif du traitement sur la période.

4.3. Limites de l'étude

Si la méthode des ITS est décrite comme la plus fiable avec ce type de données (López Bernal *et al.*, 2017), elle est tout de même frappée par des limites importantes.

⁶ Communication personnelle avec les services de la mairie de Tours.

⁷ Nous avons aussi testé une agrégation tenant en compte du Pont de Fil. Nous obtenons un effet non-significatif du traitement sur la fréquentation totale des trois ponts.

Il existe en effet des facteurs confondants, variants dans le temps, qui peuvent expliquer une hausse de la fréquentation cycliste. Cependant, en l'absence d'un groupe de contrôle comparable, nous ne pouvons que les évoquer et conjecturer de leur impact sur notre résultat. Tout d'abord, la hausse de trafic constatée dans cette analyse pourrait aussi être le fait d'autres mesures incitatives. On peut ainsi citer le « coup de pouce vélo », forfait de 50€ pris en charge par le gouvernement pour faire réparer son vélo entre le 11 mai 2020 et le 31 mars 2021. Ce dispositif national est susceptible d'avoir engendré une surestimation de nos résultats. De même, du 12 octobre au 31 décembre 2020, la ville de Tours a mis en place une subvention pour inciter à l'achat de vélos. D'après le bilan de ce dispositif – disponible sur le site internet de la mairie de Tours⁸ – 1 464 vélos auraient ainsi été achetés, dont 28 % par des habitants de Tours Nord et 67 % par des habitants de Tours Centre. Il est ainsi tout à fait probable que ce dispositif conduise à une surestimation de l'effet imputable à la fermeture du Pont Wilson aux voitures. Il est donc difficile d'attribuer spécifiquement à la fermeture du Pont Wilson les 7,7% de hausse du trafic cycliste. Mais, puisque nos résultats sur les deux autres ponts ne sont pas significatifs, on peut légitimement penser qu'il y a eu un réel effet.

Dans la même veine, à la suite du premier confinement un certain nombre d'aménagements transitoires ont été mis en place. Ainsi, au 22 décembre 2020, la ville de Tours comptait 27,9km d'aménagement transitoire dont 14,7km de pictos (lignes jaunes sur les routes), 7,7km de bandes cyclables, 2,2km de voies bus partagées et 2,3km de pistes cyclable (dont l'aménagement du Pont Wilson fait partie). Une carte représentant ces aménagements est disponible dans l'Annexe 1 (Figure 2). Ainsi, il est impossible de distinguer l'effet propre de la fermeture du Pont Wilson aux voitures de l'ensemble de l'effet de l'ensemble des aménagements réalisés. Le risque de surestimation est d'autant plus important que l'un des principaux aménagements transitoires a été de faciliter un accès cycliste de la gare de Tours au Pont Wilson.

De plus, la crise sanitaire de la COVID a engendré des changements structurels dans l'utilisation du vélo. Ainsi, le rapport annuel de Vélo & Territoires sur la fréquentation cyclable estime qu'au sortir du premier confinement, « le vélo s'est imposé comme un geste barrière au quotidien » (Vélo & Territoires, 2021). Ce changement de mentalité a pu lui aussi engendrer une hausse de l'utilisation du vélo totalement indépendante de l'aménagement du Pont Wilson. L'effet obtenu dans la Section 3 est donc potentiellement surestimée. Cependant, le fait que le Pont de Fil et le Pont Napoléon n'aient pas connus de hausse significative de leur fréquentation sur la période d'étude nous permet de conserver l'idée qu'une partie de la hausse observée est bien attribuable à l'effet de l'aménagement du Pont Wilson.

Enfin, les nouveaux aménagements sur le Pont Wilson ont engendré des modifications dans la circulation des cyclistes. Dès lors, il est tout à fait possible que cela ait changé la proportion de cyclistes échappant aux compteurs. Cependant, il est impossible d'établir si cela engendre une surestimation ou une sous-estimation de l'effet. De plus, il y a eu un changement de technologie de comptage en décembre 2020 (pendant la période de traitement donc). La partie ouest du pont était équipée d'une Zelt sélective jusqu'en décembre 2020, puis d'une Zelt voie verte jusqu'en mai 2021, puis d'une UZelt depuis. S'il n'est pas possible d'établir précisément les impacts que cela a eu sur les données sans réaliser un contre-comptage, il apparaît cependant que le compteur UZelt propose une meilleure qualité de comptage. En particulier, il permet d'inhiber certains signaux « parasites » émanant de trottinette et de scooters⁹. Concrètement,

⁸ <https://www.tours.fr/actualite/782/73-bilan-de-l-aide-a-l-achat-de-velos.htm>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

⁹ Communication personnelle avec Q. Bousrez, consultant commercial chez Eco-Compteur, entreprise ayant équipé le Pont Wilson de ses compteurs.

ce compteur permet un comptage plus fin et tend donc à compter davantage de passage vélos que la Zelt sélective ou la Zelt voie verte. Par conséquent, ces changements de compteurs auraient plutôt tendance à mener à une sous-évaluation de la magnitude de l'effet obtenu dans la Section 3.

-5-

Conclusion

Notre étude a porté sur la fermeture du Pont Wilson aux voitures entre le 13 août 2020 et le 24 mai 2021. Nous avons utilisé la méthode des ITS et nous trouvons une hausse de 7,7 % (IC95% : +0,8 % ; +14,8 %) du trafic cycliste sur le Pont Wilson, une fois pris en compte les effets propres du calendrier, de la météo et de la crise de la COVID19. Cependant, il est compliqué de distinguer l'effet de la fermeture du pont d'autres facteurs tels que la mise en place d'aménagements cyclistes transitoires ou une prise de conscience environnementale croissante. Le fait que la hausse de la fréquentation soit davantage marquée sur le Pont Wilson que sur les deux autres ponts proches nous laisse tout de même penser qu'il y a eu un effet incitatif réel.

Ainsi, cet article a cherché à quantifier l'effet d'une politique publique dans un contexte peu propice à l'évaluation causale : l'existence d'une crise sanitaire perturbant la comparaison avant / après et absence de groupes de contrôle. Ces difficultés rendent les analyses statistiques plus fragiles et requiert une grande prudence dans l'interprétation des résultats. Cependant, cela ne doit pas constituer un frein pour les évaluations statistiques, bien au contraire.

Remerciements

Nous remercions tout d'abord nos interlocuteurs au sein de la mairie de Tours : A. Barreto, A. Martin et E. Thomas. Merci également à Q. Bousrez (Eco-Compteur), S. Carette (Syndicat des mobilités de Touraine) et S. Mangin (Vélo & Territoires) pour leurs précieux éclairages. Enfin, nous remercions aussi M. Spach pour ses relectures attentives du manuscrit. Toutes les erreurs sont de la seule responsabilité de l'auteur.

Annexes

Annexe 1 : Données utilisées

Les données sur les variables météorologiques ont été obtenues sur <https://data.tours-metropole.fr/explore/dataset/observation-meteorologique-historiques-tours-synop/information/?sort=date>.

Pour construire la variable *Télé* représentant le nombre de jours de télétravail recommandés ou imposés après le premier confinement (*Télé* = 0 avant le 11 mai 2020). Du 11 mai au 31 août 2020, nous nous sommes basés sur les recommandations du Haut Conseil de la santé publique qui préconise 1 jours de télétravail par semaine (*Télé* = 1). Du 1^{er} septembre au 29 octobre 2020, la circulaire du 1^{er} septembre 2020 relative à la prise en compte dans la fonction publique de l'État de l'évolution de covid-19¹⁰ conseille un jour de télétravail (*Télé* = 1). Du 30 octobre 2020 au 25 mai 2021, la circulaire du 29 octobre 2020¹¹ recommandait quand cela était possible, que les agents effectuent 5 jours de télétravail par semaine (*Télé* = 5). Du 26 mai 2021 au 8 juin 2021, la circulaire du 26 mai 2021¹² autorisait les agents à revenir en présentiel un jour par semaine (*Télé* = 4). Cette même, cette circulaire a défini la suite du calendrier : 3 jours de télétravail du 9 juin au 30 juin 2021 (*Télé* = 3) et 2 jours de télétravail entre le 1^{er} juillet 2021 et la fin de l'été 2021 (*Télé* = 2).

Tableau 2. Statistiques descriptives pour les variables utilisées dans les résultats principaux (colonne (1) et (2) du Tableau 1)

	N	Moyenne	Std.dev	Min	Max
<i>Comptage</i>	1 818	1 271,6	468,62	154	3 063
<i>Int</i>	1 818	0,16	0,36	0	1
<i>Int_T</i>	1 818	22,26	61,06	0	284
<i>Temp</i>	1 818	8,9	5,79	-8,2	23,2
<i>Vent</i>	1 818	5,26	2,02	0	15,2
<i>Hum</i>	1 818	90,41	8,51	53	100
<i>WE</i>	1 818	0,29	0,45	0	1
<i>Vac_Tou</i>	1 818	0,05	0,21	0	1
<i>Vac_No</i>	1 818	0,05	0,21	0	1
<i>Vac_Hi</i>	1 818	0,05	0,21	0	1
<i>Vac_Prin</i>	1 818	0,05	0,21	0	1
<i>Vac_Ete</i>	1 818	0,16	0,37	0	1
<i>Conf₁</i>	1 818	0,03	0,17	0	1
<i>Conf₂</i>	1 818	0,03	0,16	0	1
<i>Conf₃</i>	1 818	0,02	0,13	0	1
<i>Télé</i>	1 818	0,66	1,58	0	5
<i>Ferm_Nap</i>	1 818	0,01	0,09	0	1

Note : les valeurs sont arrondies aux centièmes près. Les variables dichotomiques codant 1 pour un jour de la semaine sont omises de cette table. Les sources des données sont explicitées dans la Section 3.1 et dans l'Annexe 1.

¹⁰ <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf/circ?id=45044>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

¹¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf/circ?id=45072>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

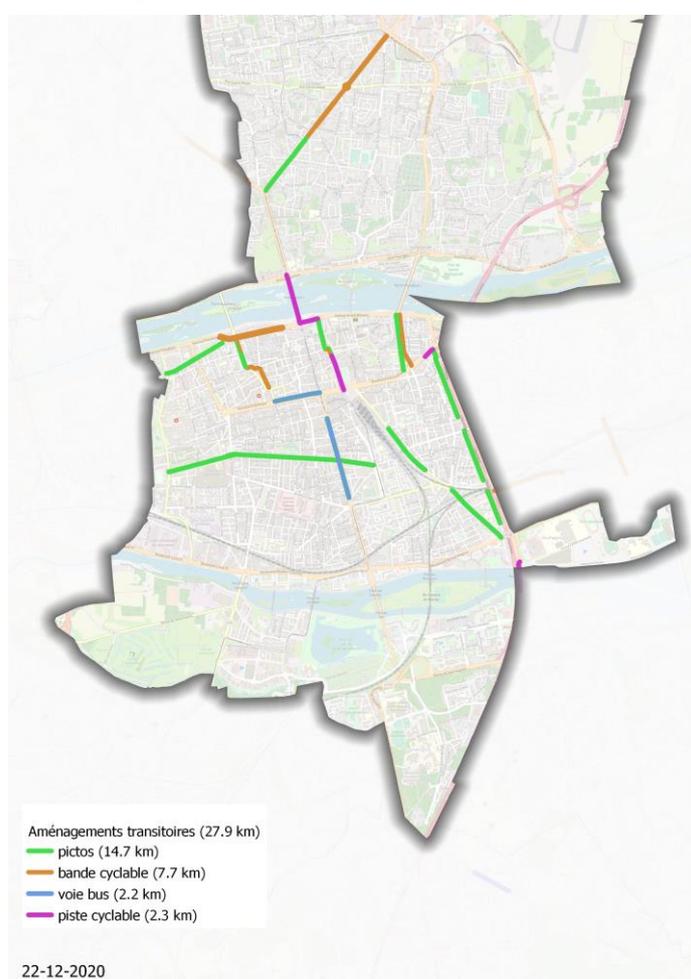
¹² <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf/circ?id=45175>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Tableau 3 : Trafic cycliste annuel par pont

	Pont Wilson	Pont Napoléon	Pont de Fil
2017	380 767	N.A.	891 552*
2018	451 153	196 103	929 480*
2019	513 255	208 576	1 031 245*
2020	517 750	196 991	970 209*
2021	642 364	Travaux	1 175 982*

« N.A. » indique qu'il existe des données manquantes sur l'année. « Travaux » fait référence aux travaux ayant eu lieu sur le Pont Napoléon ayant engendré un arrêt des compteurs vélos. « * » indique que le comptage comprend à la fois des vélos et des piétons.

Figure 2 : Carte des aménagements cyclables transitoires à Tours au 22 décembre 2020



Source : Syndicat des Mobilités de Touraine – Observatoire des mobilités, *OpenStreetMap*, 22 décembre 2020.

Annexe 2 : Précisions sur les estimations des effets obtenus

La méthode des ITS est décrite en détails dans l'article de López Bernal *et al.* (2017). Elle a été utilisée pour de nombreux thèmes tels que : l'effet d'une grève sur l'utilisation des vélos en libre-service (Fuller et al, 2019), l'étude de l'évolution du taux de suicide (López Bernal *et al.* 2015), ou encore l'étude de l'effet de la guerre des Malouines sur la population de manchots royaux (Panel et Pietri, 2021).

Pour calculer l'effet global de la fermeture du Pont Wilson aux voitures, nous procédons en plusieurs étapes. Tout d'abord, nous estimons l'équation (1) avec une régression négative binomiale. Puis, nous réalisons des prédictions à l'aide des coefficients estimés. Pour créer le contrefactuel, nous neutralisons les effets des variables *Int* et *Int_T* qui capturent l'impact du traitement. Cette nouvelle série temporelle représente donc une estimation de ce qu'aurait été la fréquentation du Pont Wilson s'il n'y avait pas eu d'interdiction aux voitures. Nous faisons alors la somme de toutes les valeurs prédites (ci-dessous « Valeurs prédites ») par notre modèle sur la période de traitement (13 août 2020 – 24 mai 2021), et la somme de toutes les valeurs de notre contrefactuel (ci-dessous « contrefactuel»). Enfin, pour obtenir l'effet total tel qu'il est reporté dans le Tableau 1, nous calculons le taux de variation suivant :

$$\text{Effet total en \%} = \frac{\text{Valeurs prédites} - \text{contrefactuel}}{\text{contrefactuel}}$$

Cette méthode a été appliquée à l'ensemble des effets totaux du traitement calculés dans cet article.

Les résultats présentés dans cet article sont sensibles à la qualité de la prédiction de notre modèle initial. Sur la période du 13 août 2020 au 24 mai 2021, les données brutes recensent 440 097 passages de vélos soit une moyenne de 1 544 passages par jour. Notre modèle, dont tous les coefficients sont reportés dans le Tableau 5, prédit quant à lui un nombre de passages de 442 788 (1 554 passages / jour). En d'autres termes, nos estimations tendent à surévaluer le trafic cycliste de l'ordre de 0,6 %, soit 10 passages de vélos par jour, en moyenne. Par conséquent, il nous semble que la fiabilité de nos prédictions est suffisamment élevée pour mener une évaluation.

Annexe 3 : Tableaux complets de régressions

Tableau 4 : Ensemble des coefficients estimés dans le Tableau 1

	Résultat (1)	Résultat (2)	Falsification (3)	Falsification (4)
Int	0.0413*** (0.00917)	0.0438*** (0.00919)	-0.0222 (0.0476)	0.0229 (0.0533)
Int_T	0.000236 (0.000175)	0.000181 (0.000175)	7.94e-05 (0.000120)	-0.000477* (0.000257)
Temp	0.0220*** (0.00169)	0.0218*** (0.00154)	0.0223*** (0.00214)	0.0225*** (0.00189)
Vent	-0.0441*** (0.00129)	-0.0445*** (0.00130)	-0.0418*** (0.00291)	-0.0420*** (0.00264)
Hum	-0.00715*** (0.000605)	-0.00706*** (0.000557)	-0.00657*** (0.00126)	-0.00659*** (0.00118)

Ferm_Nap	-0.0769*** (0.0160)	-0.0720*** (0.0154)		
Vac_Tou	-0.173*** (0.0302)	-0.177*** (0.0306)	-0.160*** (0.0317)	-0.159*** (0.0302)
Vac_No	-0.559*** (0.0428)	-0.565*** (0.0427)	-0.588*** (0.0380)	-0.594*** (0.0384)
Vac_Hi	-0.215*** (0.0342)	-0.220*** (0.0350)	-0.245*** (0.0272)	-0.242*** (0.0302)
Vac_Prin	-0.0844*** (0.0140)	-0.0889*** (0.0140)	-0.0917*** (0.0143)	-0.0889*** (0.0146)
Vac_Ete	-0.136*** (0.00921)	-0.139*** (0.00893)	-0.140*** (0.00982)	-0.137*** (0.0104)
Lundi	0.338*** (0.00977)		0.336*** (0.0128)	0.336*** (0.0128)
Mardi	0.445*** (0.0147)		0.447*** (0.0179)	0.447*** (0.0179)
Mercredi	0.434*** (0.0185)		0.433*** (0.0244)	0.433*** (0.0244)
Jeudi	0.436*** (0.0208)		0.442*** (0.0224)	0.442*** (0.0223)
Vendredi	0.414*** (0.0154)		0.416*** (0.0180)	0.417*** (0.0180)
Samedi	0.185*** (0.00973)		0.183*** (0.0128)	0.183*** (0.0129)
Conf1	-1.051*** (0.0208)	-1.050*** (0.0207)	-1.043*** (0.0321)	-1.013*** (0.0221)
Conf2	-0.149*** (0.0283)	-0.152*** (0.0286)		
Conf3	0.0452*** (0.0146)	0.0450*** (0.0143)		
Télé	-0.0230** (0.0117)	-0.0214* (0.0116)	-0.00482 (0.0434)	0.0650** (0.0279)
T	0.000371*** (2.39e-05)	0.000370*** (2.38e-05)	0.000372*** (3.83e-05)	0.000367*** (3.23e-05)
WE		-0.317*** (0.0107)		
Constante	7.225*** (0.0543)	7.638*** (0.0583)	7.160*** (0.117)	7.163*** (0.109)
Observations	1 818	1 818	1 533	1 533

Note : les résultats ont été obtenus avec une loi négative binomiale. Les erreurs standards obtenues avec la procédure Newey-West figurent entre parenthèses. *** correspond à $p < 0.01$, ** à $p < 0.05$ et * à $p < 0.1$.

Tableau 5 : Ensemble des coefficients estimés en lien avec la Figure 3

	Pont Wilson (1)	Wilson + Napoléon (2)	Pont de Fil (3)	Pont Napoléon (4)
Int	0.0413*** (0.00917)	-0.00904 (0.0237)	-0.0539*** (0.0208)	-0.0733*** (0.0259)
Int_T	0.000236 (0.000175)	0.000531** (0.000234)	0.000735** (0.000293)	0.000745* (0.000429)
Temp	0.0220***	0.0213***	0.0104***	0.0225***

Vent	(0.00169) -0.0441***	(0.00198) -0.0500***	(0.000791) -0.0376***	(0.00171) -0.0611***
Hum	(0.00129) -0.00715***	(0.00154) -0.00805***	(0.00135) -0.00391***	(0.00141) -0.0111***
Ferm_Nap	(0.000605) -0.0769***	(0.000627) -0.380***	(0.000679) -0.0605***	(0.000688) -102.6***
Vac_Tou	(0.0160) -0.173***	(0.0290) -0.180***	(0.0209) -0.129***	(0.0403) -0.138***
Vac_No	(0.0302) -0.559***	(0.0328) -0.538***	(0.0286) -0.337***	(0.0419) -0.527***
Vac_Hi	(0.0428) -0.215***	(0.0515) -0.159***	(0.0311) -0.119***	(0.0504) -0.0682
Vac_Prin	(0.0342) -0.0844***	(0.0340) -0.0658***	(0.0220) 0.00489	(0.0440) -0.0213
Vac_Ete	(0.0140) -0.136***	(0.0175) -0.141***	(0.0162) -0.146***	(0.0144) -0.144***
Lundi	(0.00921) 0.338***	(0.0124) 0.275***	(0.0352) -0.216***	(0.0131) 0.126***
Mardi	(0.00977) 0.445***	(0.0142) 0.373***	(0.0191) -0.144***	(0.0242) 0.231***
Mercredi	(0.0147) 0.434***	(0.0165) 0.364***	(0.00964) -0.133***	(0.0338) 0.239***
Jeudi	(0.0185) 0.436***	(0.0195) 0.371***	(0.0122) -0.143***	(0.0312) 0.242***
Vendredi	(0.0208) 0.414***	(0.0259) 0.345***	(0.00918) -0.130***	(0.0429) 0.178***
Samedi	(0.0154) 0.185***	(0.0232) 0.136***	(0.00986) -0.104***	(0.0352) 0.0441***
Conf1	(0.00973) -1.051***	(0.00819) -1.076***	(0.00742) -0.658***	(0.0101) -1.050***
Conf2	(0.0208) -0.149***	(0.0198) -0.112***	(0.0385) -0.114***	(0.0216) -0.104**
Conf3	(0.0283) 0.0452***	(0.0266) 0.0982***	(0.0352) 0.0356**	(0.0448) 0.252***
Télé	(0.0146) -0.0230**	(0.0213) -0.0422***	(0.0171) -0.00545	(0.0358) -0.0497***
T	(0.0117) 0.000371***	(0.00907) 0.000415***	(0.0162) 0.000125***	(0.0168) 0.000323***
Constante	(2.39e-05) 7.225***	(2.56e-05) 7.703***	(4.14e-05) 8.413***	(2.71e-05) 7.001***
	(0.0543)	(0.0697)	(0.0872)	(0.0776)
Effet total en % (IC95%)	+7,7%** (+0,8% ; +14,8%)	+ 6,5% (-4,5% ; + 18,6%)	+ 5,3% (-6,9% ; + 18,8%)	+ 2,6% (-12,8% ; + 20,2%)
Observations	1 818	1 419	1 790	1 419

Note : les résultats ont été obtenus avec une loi négative binomiale. Les erreurs standards obtenues avec la procédure Newey-West figurent entre parenthèses. *** correspond à $p < 0.01$, ** à $p < 0.05$ et * à $p < 0.1$. De manière intéressante, que les coefficients associés aux données du Compteur du Pont de Fil – colonne (3) – sont différents de ceux des ponts Wilson et Napoléon. En particulier, on constate que la fréquentation est plus importante le dimanche sur le Pont de Fil alors que c'est l'inverse pour les autres ponts. Cela provient probablement du fait que le compteur du Pont de Fil est mixte et qu'il capture donc les promenades à pied qui sont généralement plus fréquentes le dimanche.

Références bibliographiques

Barberan A, Abreu e Silva J, Monzon A (2017) Factors influencing bicycle use: a binary choice model with panel data. *Transportation research procedia* 27: 253-260.

Baromètre des villes cyclables (2021) *Palmarès et résultats 2021*, Dossier de presse [en ligne] <https://barometre.parlons-velo.fr/2021/dossier-presse-2021.pdf>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Bellanger E (2021) Tours : il y a un an, le pont Wilson fermait aux voitures. *La Nouvelle République*, publié le 13 août 2021 [en ligne] <https://www.lanouvellerepublique.fr/tours/tours-il-y-a-un-an-le-pont-wilson-fermait-aux-voitures>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Collectif Cycliste 37 (2020) *Classement des villes les plus cyclables : Tours chute de 21 places*, posté le 28 février 2020 [en ligne] <https://www.cc37.org/classement-des-villes-les-plus-cyclables-tours-chute-de-21-places/>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Compain B (2020) Le pont Wilson, à Tours, interdit aux voitures à partir du 13 août 2020. *France Bleu Touraine*, posté le 24 juillet 2020 [en ligne] <https://www.francebleu.fr/infos/transports/le-pont-wilson-a-tours-interdit-aux-voitures-a-partir-du-13-aout-2020-1595625608>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Courbe T (2020) *Impact économique et potentiel de développement des usages du vélo en France*. Direction générale des entreprises, Études économiques [en ligne] <https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/en-pratique/etudes-et-statistiques/dossiers-de-la-DGE/impact-economique-et-potentiel-developpement-velo-en-france.pdf>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Duguet S (2020) Mon premier été de maire (4/5) – Emmanuel Denis : « Six ans, c'est trop court ! », *Libération*, publié le 12 août 2020 [en ligne] https://www.liberation.fr/france/2020/08/12/six-ans-c-est-trop-court_1796682/, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Fuller D, Luan H, Buote R, Auchincloss A-H (2019) Impact of a public transit strike on public bicycle share use: An interrupted time series natural experiment study. *Journal of Transport & Health*, 13:137-142.

Gössling S, Choi A, Dekker K, Metzler D (2019) The social cost of automobility, cycling and walking in the European Union. *Ecological Economics*, 158: 65-74.

Götschi T, Garrard J, Giles-Corti B (2016) Cycling as a Part of Daily Life: A Review of Health Perspectives. *Transport Reviews*, 36(1):45-71.

Linden A (2015) Conducting interrupted time-series analysis for single-and multiple-group comparisons. *The Stata Journal*, 15(2):480-500.

López Bernal J-A, Cummins S, Gasparrini A (2017) Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. *International journal of epidemiology*, 46(1): 348-355.

López Bernal J-A., Gasparrini A., Artundo C-M, McKee M (2013) The effect of the late 2000s financial crisis on suicides in Spain: an interrupted time-series analysis. *The European Journal of Public Health*, 23(5): 732-736.

Lucas G (2019) *Les impacts économiques d'un aménagement cyclable. Élaboration d'une méthode d'évaluation*, Analyses et connaissances n°225, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Pays de la Loire [en ligne]

<https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/dreal-etudesocioecovelo.pdf>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Marqués R, Hernández-Herrador V, Calvo-Salazar M, García-Cebrián J-A (2015) How infrastructure can promote cycling in cities: Lessons from Seville. *Research in Transportation Economics*, 53: 31-44.

Panel S, Pietri A (2020). God did not save the kings: Environmental consequences of the 1982 Falklands War, *CEE-M Working Paper 2020-17*. <https://hal.inrae.fr/hal-03009238/file/WP%202020-17%20%281%29.pdf>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Proult J (2020) Tours : 20% de cyclistes en plus sur le pont Wilson, *La Nouvelle République*, publié le 5 octobre 2020 [en ligne] <https://www.lanouvellerepublique.fr/tours/tours-les-cyclistes-ont-le-vent-dans-le-dos-sur-le-pont-wilson>, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Tainio M, de Nazelle A-J, Götschi T, Kahlmeier S, Rojas-Rueda D, Nieuwenhuijsen M-J, de Sá T-H, Kelly P, Woodcock J (2016) Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking? *Preventive medicine*, 87:233-236.

Vélo & territoires (2021) Analyse des données de fréquentation cyclable 2020, septembre 2021 [en ligne] https://www.velo-territoires.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-09-07-Rapport_2020_vdef-1.pdf, dernière consultation le 20 juillet 2022.

Wagner A-K, Soumerai S-B, Zhang F, Ross-Degnan D (2002) Segmented regression analysis of interrupted time series studies in medication use research. *Journal of clinical pharmacy and therapeutics*, 27(4): 299-309.

Willis D-P, Manaugh K, El-Geneidy A (2015) Cycling under influence: summarizing the influence of perceptions, attitudes, habits, and social environments on cycling for transportation. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9(8): 565-579.

CEE-M Working Papers¹ - 2022

- WP 2022-01 Denis Claude & **Mabel tidball**
« Taking firms' margin targets seriously in a model of competition in supply functions »
- WP 2022-02 Cauê D. Carrilhoa, **Gabriela Demarchi**, Amy E. Duchelle, Sven Wunder, & Marla Morsello
« Permanence of avoided deforestation in a Transamazon REDD+ initiative (Pará, Brazil)functions »
- WP 2022-03 Francisco Cabo, Alain Jean-marie & **Mabel tidball**
« Positional effects in public good provision. Strategic interaction and inertia »
- WP 2022-04 **Fabien Prieur**, Weihua Ruan & Benteng Zou
« Optimal lockdown and vaccination policies to contain the spread of a mutating infectious disease »
- WP 2022-05 **Claudia Kelsall**, Martin F. Quaas & **Nicolas Quérou**
« Risk aversion in renewable resource harvesting »
- WP 2022-06 **Raphaël Soubeyran**, **Nicolas Quérou** & Mamadou Gueye
« Social Preferences and the Distribution of Rewards »
- WP 2022-07 **Antoine Pietri**
« Plus de voiture pour davantage de vélo ? Une étude sur la ville de Tours »

¹ CEE-M Working Papers / Contact : laurent.garnier@inrae.fr

- RePEc <https://ideas.repec.org/s/hal/wpceem.html>
- HAL <https://halshs.archives-ouvertes.fr/CEE-M-WP/>