

## THESIS / THÈSE

### MASTER EN SCIENCES DE GESTION

Quels sont les déterminants de l'utilisation d'une voiture personnelle pour se rendre au travail ? Comparaison entre les secteurs public et privé

BEDEUR, Maud

*Award date:*  
2023

*Awarding institution:*  
Universite de Namur

[Link to publication](#)

#### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

#### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



EFASM009 Mémoire de Fin d'Études

Master 60HD en Sciences de Gestion

Année Académique 2022–2023

Quels sont les déterminants de l'utilisation d'une voiture personnelle  
pour se rendre au travail ?  
Comparaison entre les secteurs public et privé

BEDEUR Maud

Titulaire : Professeur Jean-Yves Gnabo

Assistants : Doux Baraka Kusinza, Auguste Debroyse, François-Xavier Ledru

## **REMERCIEMENTS**

Je voudrais exprimer toute ma reconnaissance envers Monsieur Gnabo, mon professeur d'économétrie, ainsi que ses assistants, tout particulièrement Monsieur Debroise, pour leur initiation, leur suivi, leurs conseils et leur disponibilité tout au long de ce travail.

Je tiens également à remercier les 200 personnes qui ont pris le temps de répondre à notre enquête lors de la partie commune de notre travail.

Enfin, je souhaite exprimer ma gratitude envers Stéphanie Joachim pour sa collaboration et sa confiance, qui ont joué un rôle essentiel dans la réussite de ce projet.

## TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	1
1 Introduction .....	3
2 Revue de la littérature.....	6
2.1 Les déterminants du choix modal pour les trajets domicile-lieu de travail.....	6
2.1.1 Les facteurs sociodémographiques .....	6
2.1.2 Les indicateurs spatiaux.....	7
2.1.3 Les indicateurs des caractéristiques des déplacements.....	7
2.1.4 Les indicateurs socio-psychologiques .....	8
2.2 Contextualisation du problème en Wallonie .....	8
3 Données .....	10
3.1 Sources des données /enquête .....	10
3.2 Description du nettoyage de la base de données .....	10
3.3 Les variables.....	11
3.3.1 La variable expliquée.....	11
3.3.2 Les variables explicatives .....	11
3.4 Statistiques descriptives .....	12
3.4.1 Les variables continues.....	12
3.4.2 Les variables discrètes .....	12
3.4.3 Les variables binaires.....	13
3.4.4 Les variables catégorielles .....	14
4 Modèle économétrique .....	15
4.1 Choix et présentation du modèle.....	15
4.2 Spécification du modèle.....	16
4.3 Modélisation de la méthode d'estimation .....	16
5 Résultats .....	18
5.1 Résultat de la régression.....	18
5.2 Qualité globale du modèle .....	19
5.3 Qualité individuelle du modèle .....	19
5.4 Interprétation des résultats .....	20
5.5 Limites du modèle.....	21
6 Robustesse .....	23
6.1 Choix du modèle .....	23
6.1.1 Spécification du modèle.....	23
6.1.2 Présentation de la méthode d'estimation .....	24
6.2 Variables utilisées .....	24
6.3 Résultats de la régression .....	25
6.4 Interprétation des résultats .....	25
6.5 Limites du modèle.....	27
7 Conclusion.....	28
Bibliographie .....	30
Annexes .....	33

## **TABLE DES TABLEAUX**

Tableau 1	Répartition modale selon le lieu de travail (VIAS 2023) .....	8
Tableau 2	Part des différents secteurs dans les émissions totales en Belgique en 2021 .	9
Tableau 3	Variabes explicatives du modèle .....	11
Tableau 4	Statistiques descriptives des variables discrètes .....	13
Tableau 5	Distribution des fréquences pour les variables binaires .....	13
Tableau 6	Modèle logit ordonné .....	18
Tableau 7	Résultats du test de Wald .....	19
Tableau 8	Matrice de confusion .....	20
Tableau 9	Coefficients des différentes variables dans les deux modèles .....	26

## **TABLE DES GRAPHIQUES**

Graphique 1	Distribution des fréquences pour JOURSVOITCONDA .....	14
-------------	---	----

## **TABLE DES ANNEXES**

Annexe 1	Questionnaire .....	34
Annexe 2	Détails de la méthode de diffusion .....	46
Annexe 3	Affiche avec le QR code .....	48
Annexe 4	Nettoyage de la base de données .....	49
Annexe 5	Correction statistique de la variable expliquée .....	50
Annexe 6	Nettoyage des données aberrantes et manquantes dans Stata .....	51
Annexe 7	Résultats de la bêta-régression .....	52

# 1 INTRODUCTION

Jusqu'en 2020, le travail à domicile était une pratique peu courante dans les entreprises, malgré une tendance croissante à son utilisation. Selon le site [teletravailler.be](http://teletravailler.be), en 2018, seulement 17% des Belges pratiquaient le télétravail au moins un jour par semaine, tandis qu'en 2022 ce pourcentage atteint 32%. Cette évolution a permis d'éviter chaque jour 35 millions de kilomètres en 2022, contre seulement 9,3 millions en 2018. Toutefois, la pandémie de COVID-19 a conduit un grand nombre de personnes à opter pour cette pratique, réduisant ainsi la nécessité de se déplacer pour se rendre au travail (Magriço, Sheehy, Siraut et Fuller, 2023). Cette évolution a conduit à une réflexion sur les modes de transport et les impacts négatifs associés à l'utilisation de l'automobile, tels que la congestion urbaine, la pollution atmosphérique et les accidents (Biglia, 2015). Bien que les déplacements domicile-travail ne représentent qu'une partie des déplacements totaux, ils sont particuliers, car ils sont soumis à des contraintes spatiales et temporelles (Ermans, Brandeleer, D'Andrimont, Hubert et Marissal, 2018). Depuis les années 1960, ces déplacements représentent en moyenne une heure par jour (Villeneuve, 1970), et l'augmentation récente du travail à domicile ainsi que la crise énergétique actuelle, soulignent la nécessité de changer nos habitudes de consommation et de favoriser une transition énergétique plus durable (Joannin, 2023). Cependant, en Belgique, l'augmentation des distances moyennes et la dispersion de l'habitat rendent difficile la mise en place d'une offre de transport efficace, favorisant ainsi l'utilisation de la voiture individuelle (Ermans et al., 2018). Par conséquent, notre étude se concentrera sur les facteurs qui influencent le choix du mode de transport, en particulier pour les déplacements professionnels, et plus spécifiquement sur l'impact d'avoir un emploi dans le secteur privé ou public.

L'objectif de notre étude consiste à analyser les facteurs qui influencent l'utilisation d'une voiture personnelle pour les déplacements domicile-travail, en mettant l'accent sur les différences entre les travailleurs du secteur public et du secteur privé. Selon Ermans et al. (2018), des mesures ont été mises en place dans certains secteurs et entreprises pour promouvoir une mobilité plus durable et améliorer la mobilité des travailleurs. Nous souhaitons évaluer si ces mesures ont un impact significatif sur l'utilisation de la voiture pour se rendre au travail, en fonction du secteur d'activité des travailleurs.

Plusieurs auteurs ont déjà étudié les modes de transport pour les déplacements domicile-travail. Villeneuve (1970) a examiné les résultats d'une enquête menée par l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) en France, tandis que Buehler (2011) a comparé les facteurs qui influencent le choix du mode de transport entre les habitants des États-Unis et d'Allemagne. Guzman et Hessel (2022) ont étudié les effets des subventions pour les transports publics destinées aux utilisateurs à faible revenu à Bogota entre 2017 et 2019, tandis que Chatterjee et Heinen (2015) ainsi que Clark, Chatterjee et Melia (2016) ont examiné les caractéristiques des changements de mode de transport chez les travailleurs britanniques. Ermans, Brandeleer, D'Andrimont, Hubert et Marissal, (2017) ont également étudié les déplacements domicile-travail, mais leur étude était axée sur la Région de Bruxelles-Capitale et visait à fournir des recommandations pour les entreprises. En Belgique, l'Institut VIAS (2023) a également publié une étude portant sur tous les travailleurs du pays. Enfin, De Witte, Macharis, Mairesse, Hollevoet, Dobruszkes et Hubert (2013) ont procédé à une revue complète de la littérature pour élaborer une définition du choix modal. Dans l'ensemble, ces études ont montré que des facteurs tels que la distance entre le domicile et le lieu de travail, le revenu, l'âge et le

niveau de diplôme sont déterminants dans le choix du mode de transport pour les déplacements domicile-travail.

Toutes les études mentionnées précédemment ont été menées avant la période de la pandémie COVID-19 et de la guerre en Ukraine, à l'exception de l'enquête réalisée par l'Institut VIAS (2023). Ces deux événements ont considérablement impacté les habitudes de déplacement des populations, bien que dans des proportions différentes. Ainsi, il est possible que l'augmentation des prix du carburant due à la guerre en Ukraine incite les individus à se tourner vers des options de transport plus économiques, comme le covoiturage et les transports en commun. C'est pourquoi nous avons jugé pertinent d'étudier les facteurs qui influencent la décision d'utiliser une voiture personnelle pour les travailleurs en Wallonie. Pour cela, nous avons constitué une base de données originale de plus de 200 observations, obtenues grâce à un questionnaire en ligne (Annexe 1). Nous avons ensuite utilisé des méthodes économétriques pour évaluer l'importance de chaque facteur. L'identification de ces facteurs contribuera à une meilleure compréhension des comportements de mobilité des Wallons, en particulier les raisons qui les poussent à utiliser leur voiture pour se rendre au travail. Cela pourra également soutenir l'élaboration de politiques de mobilité durable visant à réduire l'impact environnemental des déplacements domicile-travail. En outre, cette étude permettra également de déterminer si les employeurs devraient encourager davantage le télétravail pour réduire la nécessité de se déplacer.

Premièrement, nous fournirons un cadre théorique en analysant la littérature existante pour identifier les facteurs déterminants du choix de transport pour les trajets domicile-lieu de travail. Ensuite, nous nous concentrerons sur les données que nous avons récoltées grâce à un questionnaire en ligne, en décrivant le traitement qui leur a été appliqué. Nous présenterons ensuite le modèle économétrique que nous avons utilisé pour analyser les données avant de présenter les résultats de la régression économétrique. Dans un chapitre dédié à la robustesse, nous présenterons un second modèle économétrique afin d'appuyer nos premiers résultats. Enfin, nous conclurons notre étude en formulant des recommandations pour les futures recherches qui pourraient être effectuées sur ce sujet.

## 2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

Le choix modal des déplacements domicile-travail est un sujet important en matière de mobilité. Il s'agit de comprendre les facteurs qui influencent les individus à choisir un mode de transport plutôt qu'un autre pour se rendre au travail. Cette revue de littérature a pour objectif d'analyser les déterminants du choix modal pour les déplacements domicile-travail à partir des travaux scientifiques existants.

### 2.1 LES DETERMINANTS DU CHOIX MODAL POUR LES TRAJETS DOMICILE-LIEU DE TRAVAIL

Selon De Witte et al. (2013), le choix du mode de transport pour les déplacements domicile-travail est le résultat d'un processus complexe et interdépendant de nombreux facteurs, qu'ils soient objectifs ou subjectifs. Ce choix peut être fait consciemment ou inconsciemment, et comprend une variété de déterminants qui influencent la décision.

Cette section sera structurée en 4 sous-sections, conformément à la classification proposée par De Witte et al. (2013) : les facteurs sociodémographiques, les indicateurs spatiaux, les indicateurs des caractéristiques des déplacements, et les indicateurs socio-psychologiques.

#### 2.1.1 *Les facteurs sociodémographiques*

Les facteurs sociodémographiques sont des déterminants potentiels du choix modal pour les trajets domicile-lieu de travail et incluent des caractéristiques telles que l'âge, le genre, le niveau de revenu, le diplôme, la composition du ménage, la possession d'une voiture personnelle, le nombre de voitures détenues au sein du ménage, le régime de travail, les horaires flexibles, le secteur d'emploi (privé ou public), l'abonnement aux transports publics, l'intervention de l'employeur dans les abonnements de transport public et la mise à disposition d'un véhicule professionnel. Ces facteurs ont été largement étudiés dans la littérature scientifique en tant que variables explicatives du comportement de déplacement.

Des études telles que celles menées par Villeneuve (1970) et Mokhtarian et Chen (2004) ont montré que les personnes ayant un diplôme sont moins susceptibles d'utiliser la voiture pour leurs trajets domicile-lieu de travail. En outre, les personnes aisées ont tendance à avoir plus souvent recours à la voiture que les personnes à faible revenu, comme l'indique Villeneuve (1970).

La taille du ménage est également un facteur important, comme l'ont montré Cirillo et Axhausen (2002) dans leur étude. Ils ont constaté que plus la taille d'un ménage augmente, plus la probabilité de se déplacer en voiture augmente également.

Les résultats de l'étude de Chatterjee et Heinen (2015) indiquent que la variabilité des modes de transport utilisés est déterminée par différents types de contraintes de mobilité spatiale. Les facteurs tels que les difficultés de mobilité, l'âge, le lieu de résidence, le revenu, l'accès à une voiture et la possession d'un titre de transport en commun ou d'un vélo sont associés à une variabilité réduite des modes de transport utilisés.



Des études telles que celle menée par Buehler (2011) ont montré que la possession d'une voiture réduit considérablement la probabilité d'utiliser les transports en commun. En revanche, une étude sur la gratuité des transports en commun pour les personnes à faibles revenus a révélé que les transports publics sont davantage utilisés lorsqu'il y a une intervention dans les abonnements de transport public (Guzman et Hessel, 2022).

Les résultats de l'étude menée par Ermans et al. (2017) confirment les conclusions précédentes.

### *2.1.2 Les indicateurs spatiaux*

Selon les recherches de Villeneuve (1970), l'emplacement du lieu de travail est un élément clé qui détermine le choix de mode de transport des travailleurs. Ceux qui travaillent dans les centres urbains ont tendance à utiliser moins la voiture que ceux qui travaillent en périphérie.

Par ailleurs, le stationnement est un autre facteur important qui influence le choix de mode de transport domicile-travail. La disponibilité et le coût du stationnement peuvent avoir un impact significatif sur la décision d'opter pour un mode de transport en particulier. Une étude menée par Litman (2006) a examiné les effets du stationnement sur la mobilité durable dans les zones urbaines. Les résultats ont montré que les politiques de stationnement, comme la tarification dynamique et la réduction des places de stationnement disponibles, peuvent encourager l'utilisation de modes de transport plus durables, tels que le transport en commun, le vélo et la marche. Ces résultats avaient déjà été avancés par une étude antérieure de Willson, Donald et Shoup (1990) et Villeneuve (1970).

En somme, il est important de prendre en compte la disponibilité et le coût du stationnement dans la planification des transports et de l'aménagement du territoire, afin de promouvoir l'utilisation de modes de transport plus durables et de réduire l'utilisation de l'automobile pour les trajets domicile-travail. Les politiques de stationnement peuvent avoir un impact significatif sur le choix modal des travailleurs, et leur mise en place peut contribuer à améliorer la mobilité durable dans les zones urbaines.

### *2.1.3 Les indicateurs des caractéristiques des déplacements*

Le choix du mode de transport pour les trajets domicile-lieu de travail est également influencé par les caractéristiques de ces déplacements, telles que la distance parcourue, la fréquence de déplacements et les jours de télétravail.

Plusieurs études, notamment celles de Mokhtarian et Bagley (2002) et Villeneuve (1970), ont souligné que la distance parcourue est un facteur important dans le choix modal. De plus, l'étude de Clark et al. (2016) a confirmé que les trajets en voiture sont plus fréquents pour les distances plus longues, tandis que les distances très courtes sont souvent parcourues à pied ou à vélo. Selon ces mêmes auteurs, une réduction du temps de trajet en transport public incite les navetteurs à les utiliser davantage.

Un autre article de Mokhtarian et Chen (2004) a confirmé que le temps de trajet et les coûts sont les principaux facteurs spatiaux influençant le choix modal pour les trajets domicile-lieu de travail.

Enfin, la fréquence des trajets et la pratique du télétravail peuvent influencer le choix modal en réduisant le nombre de trajets effectués par semaine et en offrant une plus grande flexibilité dans le choix du mode de transport, selon Elldér (2020). Une étude de 2012 sur la région Bruxelles-Capitale menée par De Witte, Macharis et Mairesse (2012), mettait déjà ce phénomène en avant.

#### 2.1.4 Les indicateurs socio-psychologiques

Selon plusieurs études (De Witte et al., 2013 ; Bamberg, Fujii, Friman et Garling, 2011 ; Villeneuve, 1970), les indicateurs socio-psychologiques jouent un rôle important dans le choix modal pour les trajets domicile-lieu de travail. Ces indicateurs comprennent notamment les attitudes envers les modes de transport alternatifs, les normes sociales, la perception du contrôle personnel, la satisfaction des besoins psychologiques, la motivation et les habitudes de transport. Cependant, en raison de la complexité de modéliser ces indicateurs socio-psychologiques dans notre étude, nous avons choisi de ne pas les inclure dans notre modèle. En effet, il est possible que certaines personnes soient favorables à l'utilisation de modes de transport plus écologiques, mais ne puissent pas les utiliser pour diverses raisons.

## 2.2 CONTEXTUALISATION DU PROBLEME EN WALLONIE

Comme précisé dans notre introduction, la voiture est le moyen de transport privilégié par la population belge. Selon les résultats de l'enquête VIAS réalisée en 2021, la préférence pour la voiture est particulièrement marquée en Wallonie, avec un taux de 84,7%, soit nettement plus élevée que les autres régions de Belgique où ce taux est de 64,6%. Le tableau ci-dessous vient étayer cette observation (VIAS, 2023).

**Tableau 1 Répartition modale selon le lieu de travail (VIAS 2023)**

	<i>Bruxelles</i>	<i>Flandre</i>	<i>Wallonie</i>	<i>Belgique</i>
Voiture	36,6%	66,7%	84,7%	64,6%
Covoiturage	1,1%	1,8%	2,4%	1,8%
Moto	1,2%	0,9%	0,7%	0,9%
Train	30,2%	4,3%	3,5%	9,4%
Métro, tram, bus	19,4%	3,1%	3,2%	6,4%
TCE	0,2%	0,7%	0,2%	0,5%
Vélo	7,2%	20,8%	2,4%	14,1%
Marche	4,1%	1,7%	2,8%	2,4%

Note : répartition des différents modes de transports utilisés par les Belges en 2021.

Néanmoins, il est largement admis que l'utilisation de la voiture pour les déplacements domicile-travail ou pour tout autre type de trajet n'est pas une solution de transport durable. En effet, les chiffres publiés sur le site climat.be indiquent que les émissions de gaz à effet de serre liées aux transports représentent une part significative des émissions totales en Belgique, soit 21,50%. Cette donnée est clairement représentée dans le Tableau 2 ci-dessous. D'après le site energie.wallonie.be, un peu plus de la moitié de ces émissions sont attribuables aux déplacements des personnes (51,80%).

**Tableau 2 Part des différents secteurs dans les émissions totales en Belgique en 2021**

<i>Secteurs</i>	<i>Pourcentage</i>
Transport	21,5%
Industrie (processus)	16,6%
Industrie (énergie)	16,4%
Chauffage résidentiel	14,9%
Industrie (combustion)	12,7%
Agriculture	10,9%
Chauffage tertiaire	5,3%
Déchets	1,1%
Autres	0,6%

Note : part des différents secteurs dans les émissions totales en Belgique en 2021. (Climat.be)

Lors de la sélection de notre sujet d'étude, nous avons pris en compte l'enquête de VIAS sur les modes de déplacement des Belges réalisée en 2017. Cependant, en 2023, VIAS a publié une nouvelle enquête basée sur l'année 2021. Il est important de souligner que les résultats de cette enquête peuvent être influencés par la pandémie de COVID-19 en cours en 2021, qui a pu avoir un impact significatif sur les comportements de déplacement des individus. Par conséquent, il est essentiel d'analyser les résultats de cette enquête avec prudence et de prendre en compte le contexte spécifique de la pandémie lors de l'interprétation des résultats.

La pandémie de COVID-19 n'est pas la seule crise majeure qui a eu un impact significatif sur nos modes de vie ces dernières années. La crise énergétique causée par la guerre en Ukraine a souligné la nécessité de changer nos habitudes de consommation et notre dépendance aux énergies importées. En outre, l'essor des voitures électriques a renforcé l'importance de trouver des modes de transport plus durables pour réduire l'impact environnemental de nos déplacements. Par conséquent, l'enquête VIAS de 2021 n'est pas une source idéale pour étudier les habitudes des Belges en matière de trajets domicile-lieu de travail. D'une part, le télétravail n'était pas généralisé et intégré à long terme à cette époque. D'autre part, la crise énergétique n'était pas encore présente.

### 3 DONNEES

#### 3.1 SOURCES DES DONNEES /ENQUETE

Nous avons réalisé une enquête, ce qui a permis de collecter des données de manière personnalisée et de garantir leur actualité. En effet, en élaborant nous-mêmes le questionnaire en ligne, nous avons pu veiller à ce qu'il soit cohérent avec notre sujet d'étude et réponde précisément à notre question de recherche.

Pour collecter les données utilisées dans cette étude, nous avons élaboré un questionnaire en ligne comprenant 31 questions réparties en trois parties : les caractéristiques personnelles, les caractéristiques des trajets domicile-lieu de travail et les caractéristiques du lieu de travail.

Nous avons diffusé le questionnaire à notre réseau personnel et professionnel ainsi qu'à des groupes spécialisés sur les réseaux sociaux. Les détails de la méthode de diffusion sont présentés dans l'Annexe 2.

De plus, nous avons créé une affiche contenant un QR code pour rediriger les répondants vers le questionnaire en ligne. Cette affiche a été placée dans des endroits publics tels que les commerces, les bureaux de poste, les maisons communales et les cabinets médicaux (voir Annexe 3). La collecte des données a été réalisée du 03/02/2023 au 06/03/2023.

Après la collecte des réponses, nous avons exporté ces dernières vers une base de données sous forme d'un tableau Excel. Les colonnes ont été renommées avec le nom des variables explicatives de notre modèle et les données textuelles ont été transformées en variables binaires.

La base de données originale contenait plus de 300 variables et 200 observations avant d'être nettoyée.

Il convient cependant de noter que la réalisation d'une enquête à petite échelle peut présenter des biais potentiels tels que le biais de sélection des répondants ou le biais de réponse, ainsi que des limites dans la généralisation des résultats en raison de la taille de l'échantillon et du manque de représentativité de la population étudiée, dans notre cas, les travailleurs wallons.

#### 3.2 DESCRIPTION DU NETTOYAGE DE LA BASE DE DONNEES

Après avoir choisi les variables explicatives pour notre modèle, nous avons procédé à l'élimination des données manquantes avant leur importation dans le logiciel d'analyse économétrique. Cette étape a entraîné la suppression de 11 lignes de données.

Nous avons également restreint l'échantillon pour la variable JOURSTELETRAVAIL, en excluant les valeurs supérieures à 7. En outre, cela a éliminé deux observations aberrantes où deux individus ont déclaré travailler à distance respectivement pendant 10 et 23 jours par semaine. Après nettoyage de la base de données, notre échantillon se compose de 187 observations et 15 variables. Le traitement détaillé se trouve dans l'Annexe 4.

### 3.3 LES VARIABLES

#### 3.3.1 La variable expliquée

La variable dépendante dans notre modèle est le nombre de jours par semaine où les répondants utilisent leur voiture personnelle pour se rendre au travail. Nous allons créer 3 catégories pour cette variable. La première catégorie correspondra à une utilisation nulle de la voiture pour se rendre au travail, soit 0 jour par semaine. La deuxième catégorie représentera une utilisation occasionnelle de la voiture, soit entre 1 et 3 jours par semaine. Enfin, la troisième catégorie représentera une utilisation régulière de la voiture, soit 4 jours ou plus par semaine. Dans notre étude, elle sera représentée par la variable « JOURSVOITCONDA ».

#### 3.3.2 Les variables explicatives

Nous avons mené une recherche approfondie de la littérature scientifique pour identifier les variables explicatives potentielles ayant une influence sur l'utilisation de la voiture pour les déplacements domicile-travail. En utilisant cette approche, nous avons identifié plusieurs variables pertinentes qui ont été incluses dans notre modèle. Ces variables ont été choisies en fonction de leur pertinence théorique, ainsi que des résultats de recherches antérieures dans le domaine. Le modèle n'a pas pu intégrer certaines variables, telles que le salaire ou la durée en transport en commun, qui ont été examinées dans la revue de littérature, car le nombre de réponses disponibles n'était pas suffisant pour les inclure dans l'analyse. Les variables explicatives sélectionnées sont énumérées dans le tableau :

**Tableau 3 Variables explicatives du modèle**

<i>Variable</i>	<i>Caractéristique</i>	<i>Explication</i>
AGE	Compris entre 19 et 67 ans	représente l'âge de la personne
FEMME	Binaire [0-1]	= 1 si c'est une femme
NBRCTIF	Compris entre 1 et 4	représente le nombre de membres actifs faisant partie du ménage
PUBLIC	Binaire [0-1]	= 1 si la personne travaille dans le secteur public
RÉGIME	Compris entre 0,2 et 1	représente le pourcentage du temps de travail comparé à un temps plein
JOURSTELETRAVAIL	Compris entre 0 et 5	représente le nombre de jours de télétravail par semaine
NBREVOITURE	Compris entre 0 et 4	représente le nombre de voitures disponibles au sein du ménage
VOITPROPRE	Binaire [0-1]	= 1 si la personne possède une voiture propre
JOURSTRAJET	Compris entre 0 et 7	représente le nombre de jours où le trajet vers le travail est effectué
DISTANCE	Compris entre 0 et 130	représente la distance en kilomètres pour faire le trajet entre le domicile et le lieu de travail
PARKING	Binaire [0-1]	= 1 si la personne possède un parking sur son lieu de travail
HORAIREFLEX	Binaire [0-1]	= 1 si la personne travaille à un horaire flexible
ABOTC	Binaire [0-1]	= 1 si la personne possède un abonnement de transport en commun
INTERVABOTC	Binaire [0-1]	= 1 si l'employeur intervient dans les frais d'abonnement de transport en commun
VOITSOC	Binaire [0-1]	= 1 si l'employeur met à disposition une voiture de société

Note : description des différentes variables utilisées dans le modèle.

### 3.4 STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Cette section présente les statistiques descriptives des variables utilisées dans notre étude, réparties en quatre catégories : les variables continues, discrètes, binaires et catégorielles. Nous présenterons les caractéristiques de nos données en utilisant des indicateurs de tendance centrale tels que la moyenne, la médiane, etc., pour les variables continues et discrètes. De plus, nous fournirons des fréquences et des pourcentages pour les variables catégorielles et binaires.

#### 3.4.1 *Les variables continues*

Notre modèle inclut une seule variable continue, le pourcentage du régime de travail. Les variables d'âge et de distance sont considérées comme discrètes, car elles ont été arrondies à l'unité.

Les statistiques descriptives pour la variable « REGIME » permettent de donner une idée générale de la distribution de cette variable dans notre échantillon de 187 observations valides.

La moyenne de 0,92807 indique que le pourcentage moyen du temps de travail des participants est proche de 93%. La médiane de 1 est la valeur centrale de la distribution et indique que la moitié des participants ont un pourcentage de temps de travail égal à 100%. Le minimum de 0,20 et le maximum de 1 indiquent l'intervalle de variation de la variable. Enfin, l'écart-type de 0,15699 mesure la dispersion des observations autour de la moyenne et permet d'évaluer la variabilité de la distribution, cela suggère que la majorité des personnes de notre échantillon ont un temps de travail compris entre 77% et 100%.

#### 3.4.2 *Les variables discrètes*

Les variables discrètes de notre modèle comprennent l'âge, le nombre de personnes actives dans le ménage (NBRACTIF), le nombre de voitures détenues par le ménage (NBREVOITURE), le nombre de jours de télétravail par semaine (JOURSTELETRAVAIL), le nombre de jours de trajet domicile-travail par semaine (JOURSTRAJET), et la distance domicile-travail en kilomètres (DISTANCE). Les statistiques descriptives ont été calculées sur l'ensemble des 187 observations valides.

L'âge moyen des participants est de 41,7 ans, avec une médiane de 41 ans. Le nombre moyen de personnes actives dans le ménage est de 1,781, avec une médiane de 2 personnes. Le nombre moyen de voitures détenues par le ménage est de 1,711, avec une médiane de 2 voitures. Les participants télétravaillent en moyenne 1,139 jour par semaine, avec une médiane de 1 jour. Le nombre moyen de jours de trajet domicile-travail par semaine est de 3,783, avec une médiane de 4 jours. La distance domicile-travail moyenne est de 26,4 km, avec une médiane de 20 km. Il est également important de noter que la distance maximale parcourue par les participants est de 130 km, tandis que la moyenne se situe à 26,4 km. Les valeurs minimales et maximales pour chaque variable sont également fournies dans le tableau suivant.

**Tableau 4 Statistiques descriptives des variables discrètes**

	<i>Moyenne</i>	<i>Médiane</i>	<i>E.T.</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
AGE	41,7	41	10,35	19	65
NBRCTIF	1,781	2	0,5957	1	4
JOURSTELETRAVAIL	1,139	1	1,353	0	5
NBREVOITURE	1,711	2	0,6972	0	4
JOURSTRAJET	3,783	4	1,288	0	7
DISTANCE	26,4	20	22,49	1	130

Note : tableau reprenant les valeurs minimales et maximales ainsi que les indicateurs de tendance centrale du modèle.

### 3.4.3 Les variables binaires

Notre modèle inclut 8 variables binaires, à savoir : femme, public, voiture propre, parking, horaire flexible, abonnement transport en commun, intervention abonnement transport en commun et voiture de société.

Les résultats du tableau 5 ci-dessous nous montrent la répartition des pourcentages de réponses « oui » et « non » pour chacune des huit variables binaires de notre étude. La variable « FEMME » montre que 68,98% des participants sont des femmes, tandis que 31,02% sont des hommes. De même, la variable « PUBLIC » démontre que la majorité des participants (63,64%) travaillent dans le secteur public, tandis que 36,36% travaillent dans le secteur privé.

En ce qui concerne la variable « VOITPROPRE », la plupart des participants (90,91%) possèdent une voiture propre. De même, la majorité des participants ont accès à un parking (88,24%) et ont des horaires de travail flexibles (68,98%).

Cependant, pour la variable « ABOTC », la majorité des participants (85,56%) ont répondu « non » à cette question, indiquant qu'ils n'ont pas d'abonnement pour les transports en commun. De même, pour la variable « VOITSOC », seulement 6,95% des participants ont déclaré posséder une voiture de société.

Enfin, pour la variable « INTERVABOTC », environ 30,48% des participants ont déclaré avoir bénéficié d'une intervention pour leurs frais d'abonnement aux transports publics. Ces résultats peuvent être utilisés pour mieux comprendre les caractéristiques de l'échantillon étudié et pour identifier les variables potentiellement importantes pour la modélisation de notre étude.

**Tableau 5 Distribution des fréquences pour les variables binaires**

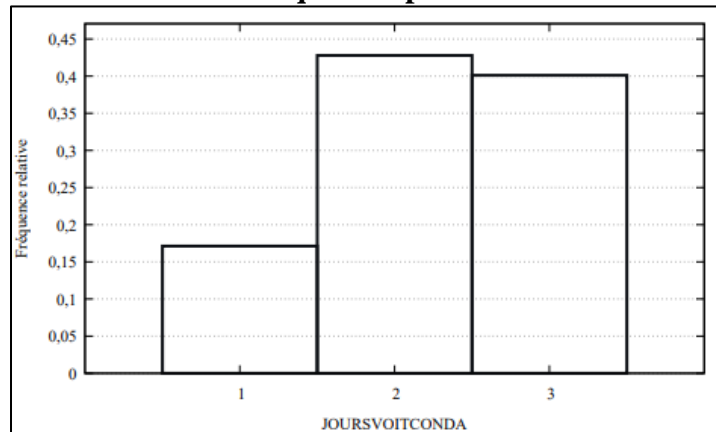
<i>%</i>	<i>OUI</i>	<i>NON</i>
FEMME	68,98	31,02
PUBLIC	63,64	36,36
VOITPROPRE	90,91	9,09
PARKING	88,24	11,76
HORAIREFLEX	68,98	31,02
ABOTC	14,44	85,56
INTERVABOTC	30,48	69,52
VOITSOC	6,95	93,05

Note : tableau reprenant la distribution des fréquences pour les variables binaires.

#### 3.4.4 Les variables catégorielles

L'analyse des résultats montre que la majorité des individus (42,78%) utilisent leur voiture pour se rendre au travail 1 à 3 jours par semaine. Cependant, il est intéressant de noter que 40,11% des individus utilisent leur voiture pour se rendre au travail 4 jours ou plus par semaine, ce qui représente une proportion non négligeable de la population étudiée. Par ailleurs, il est également intéressant de constater que 17,11% des individus n'utilisent pas du tout leur voiture pour se rendre au travail.

**Graphique 1 : Distribution des fréquences pour JOURSVOITCONDA**



Note : représentation de la distribution des fréquences pour la variable JOURSVOITCONDA. (nombre de jours où la voiture personnelle est utilisée pour effectuer le trajet domicile-travail)



## 4 MODELE ECONOMETRIQUE

### 4.1 CHOIX ET PRESENTATION DU MODELE

L'objectif premier d'un modèle économétrique consiste à expliciter la relation entre une variable dépendante et des variables indépendantes.

Dans cette optique, la méthode économétrique du logit ordonné est couramment utilisée pour analyser des variables catégorielles, dont les catégories présentent un ordre spécifique, mais dont les distances entre celles-ci ne sont pas connues. Cette méthode s'applique notamment à l'étude des évaluations de différentes options, comme le soulignent Williams et Quiroz (2020). Nous avons opté pour l'utilisation de cette méthode afin d'analyser les déterminants de l'utilisation de la voiture pour les trajets domicile-travail.

Le modèle logit ordonné, également appelé modèle de régression logistique ordonnée, est une extension du modèle logistique binaire qui permet de modéliser des variables de réponse ordinales.

Le modèle suppose que la variable dépendante  $Y$  est une variable ordinale avec  $k$  niveaux distincts. Chaque niveau de  $Y$  est associé à une plage continue de scores latents  $y_i$  qui sont supposés suivre une distribution logistique. Les scores latents sont ensuite divisés en  $k-1$  intervalles de seuils distincts, où chaque seuil sépare les scores latents associés à deux niveaux consécutifs de  $Y$ .

Le modèle logit ordonné repose sur l'hypothèse que la probabilité de se situer dans la catégorie  $i$  ( $i = 1, \dots, k$ ) par rapport aux catégories inférieures est décrite par une fonction logistique des scores latents  $y_i$ , transformés en termes de distances aux seuils. Cette probabilité peut être formulée comme la différence entre deux probabilités cumulatives, l'une pour la catégorie  $i$  et l'autre pour la catégorie  $i-1$ .

Les variables explicatives sont incluses dans le modèle sous forme d'effets linéaires sur les scores latents  $y_i$ . Ces effets sont estimés à l'aide d'une approche de maximum de vraisemblance. Le modèle fournit des coefficients qui mesurent l'impact de chaque variable explicative sur les probabilités relatives d'appartenance à chaque niveau de la variable dépendante, ainsi que des tests statistiques pour évaluer l'importance de chaque variable.

Dans le cadre de notre étude, nous allons classer la variable dépendante en fonction du nombre de jours d'utilisation de la voiture par semaine, en la répartissant en trois catégories distinctes. Nous avons dû limiter le nombre de catégories à trois en raison de la taille de notre échantillon.

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{représente "utilisation nulle" (0 jour/semaine)} \\ 2 & \text{représente "utilisation occasionnelle" (1 à 3 jours/semaine)} \\ 3 & \text{représente "utilisation régulière" ( $\geq$  à 4 jours/semaine)} \end{cases}$$

## 4.2 SPECIFICATION DU MODELE

Le modèle de logit ordonné repose sur une méthode de régression logistique. Selon Jacquot (2000), le modèle théorique peut être énoncé comme suit (1) :

$$y_i = \begin{cases} y = 3 & y_i^* > C2 \\ y = 2 & C2 \geq y_i^* > C1 \\ y = 1 & y_i^* \leq C1 \end{cases} \quad (1)$$
$$y_i^* = \sum \beta x + \varepsilon$$

Selon Hurlin (2003), dans les modèles où la variable dépendante est qualitative, il est difficile d'interpréter le paramètre  $\beta$  car la définition des différentes modalités de cette variable est arbitraire. Par conséquent, les résultats obtenus peuvent varier en fonction des modalités choisies pour la variable dépendante, ce qui rend le paramètre  $\beta$  non interprétable. En somme, le coefficient n'indique que la direction de l'effet de la variable indépendante sur la variable dépendante. Nous examinerons également la significativité statistique de chaque variable explicative pour déterminer si elle contribue de manière significative à la prédiction de la variable dépendante.

Nous évaluerons également la qualité du modèle en nous appuyant sur le nombre de cas correctement prédits. Cette mesure nous permettra de juger de la capacité du modèle à prédire avec précision le nombre de jours où la voiture personnelle est utilisée pour se rendre au travail en fonction des variables explicatives qui ont été incorporées dans le modèle.

En outre, l'analyse du test du ratio de vraisemblance sera effectuée pour déterminer si l'hypothèse nulle doit être rejetée ou non. Dans notre cas, les hypothèses nulle et alternative sont formulées comme suit :

$H_0$  : Le modèle nul fournit un ajustement suffisamment bon aux données.

$H_1$  : Le modèle complet fournit un ajustement significativement meilleur aux données que le modèle nul.

Le test du ratio de vraisemblance permettra de déterminer si le modèle complet est significativement plus adapté pour décrire les données que le modèle nul. Si la valeur de test est supérieure à la valeur critique, alors l'hypothèse nulle sera rejetée, ce qui indique que le modèle complet est préférable. En revanche, si la valeur de test est inférieure ou égale à la valeur critique, l'hypothèse nulle ne pourra pas être rejetée, suggérant que le modèle nul est suffisant pour ajuster les données.

## 4.3 MODELISATION DE LA METHODE D'ESTIMATION

Voici comment notre modèle économétrique est modélisé (2) :

$$\begin{aligned} \text{JOURSVOITCONDA} &= f(\text{cons} + \beta_1 \text{AGE} + \beta_2 \text{FEMME} + \beta_3 \text{NBR ACTIF} \\ &+ \beta_4 \text{PUBLIC} + \beta_5 \text{REGIME} + \beta_6 \text{JOURSTELETRAVAIL} \\ &+ \beta_7 \text{NREVOITURE} + \beta_8 \text{VOITPROPRE} \\ &+ \beta_9 \text{JOURSTRAJET} + \beta_{10} \text{DISTANCE} + \beta_{11} \text{PARKING} \\ &+ \beta_{12} \text{HORAIREFLEX} + \beta_{13} \text{ABOTC} + \beta_{14} \text{INTERABOTC} \\ &+ \beta_{15} \text{VOITSOC} + \varepsilon) \end{aligned} \quad (2)$$

Notre modèle logit ordonné comprend les éléments suivants :

- La variable dépendante, **JOURSVOITCONDA**, représente le nombre de jours où la voiture personnelle est utilisée pour effectuer le trajet domicile-travail.
- La constante, **cons**, et les coefficients de régression,  **$\beta$** , correspondent respectivement à la valeur constante et aux coefficients de chaque variable explicative incluse dans le modèle.
- Le terme d'erreur,  $\varepsilon$ , quant à lui, capture toutes les autres sources de variation non expliquées par les variables explicatives du modèle.

Conformément à la section 3.3.1 ci-dessus, la sélection des variables explicatives a été effectuée à partir d'une revue de la littérature scientifique.

## 5 RESULTATS

### 5.1 RESULTAT DE LA REGRESSION

Le tableau 6 présente les résultats obtenus de la régression.

**Tableau 6 Modèle logit ordonné**

Modèle 1: Logit ordonné, utilisant les observations 1-187					
Variable dépendante: JOURSVOITCONDA					
Écart-types basés sur la matrice hessienne					
	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>z</i>	<i>p. critique</i>	<i>Seuil de significativité</i>
AGE	-0,0296879	0,0173827	-1,708	0,0877	*
FEMME	-0,111749	0,393928	-0,2837	0,7767	
NBRACTIF	-0,331147	0,347786	-0,9522	0,341	
PUBLIC	-0,248158	0,379923	-0,6532	0,5136	
REGIMEA	2,37995	1,23513	1,927	0,054	*
JOURSTELETRAVA~	0,219937	0,186875	1,177	0,2392	
NBREVOITURE	0,613185	0,327533	1,872	0,0612	*
VOITPROPRE	3,43769	0,832483	4,129	<0,0001	***
JOURSTRAJET	1,17458	0,222767	5,273	<0,0001	***
DISTANCE	0,00702593	0,00824574	0,8521	0,3942	
PARKING	0,161615	0,539004	0,2998	0,7643	
HORAIREFLEX	0,675223	0,401408	1,682	0,0925	*
ABOTC	-1,91327	0,655964	-2,917	0,0035	***
INTERVABOTC	0,409677	0,437361	0,9367	0,3489	
VOITSOC	-0,638517	0,681908	-0,9364	0,3491	
cut1	7,08496	2,01936	3,509	0,0005	***
cut2	10,3787	2,12252	4,89	<0,0001	***
Moyenne var. dép.	2,229947	Éc. type var. dép.		0,722571	
Log de vraisemblance	-131,7136	Critère d'Akaike		297,4271	
Critère de Schwarz	352,356	Hannan-Quinn		319,6843	
Nombre de cas 'correctement prédits' = 137 (73,3%)					
Test du ratio de vraisemblance: Khi-deux(15) = 143,98 [0,0000]					

Note : résultat de la régression du modèle logit ordonné sur les 15 variables sélectionnées. Les seuils de significativité sont définis comme suit : \*\*\* p<1%, \*\* p<5%, \* p<10%.

## 5.2 QUALITE GLOBALE DU MODELE

Le modèle que nous avons développé a correctement prédit 73,3% des cas, soit un total de 137 cas, ce qui indique que la majorité des valeurs prédites sont proches des valeurs réelles. Cette performance encourageante du modèle justifie la poursuite de son analyse et suggère qu'il pourrait être utile pour prédire le nombre de jours où la voiture personnelle est utilisée pour se rendre au travail.

Pour renforcer l'analyse de notre modèle de prédiction, nous procéderons à un test de ratio de vraisemblance. Ce test permettra de déterminer si le modèle complet fournit un ajustement significativement meilleur aux données que le modèle nul, ou si le modèle nul est suffisant pour ajuster les données.

Dans notre étude, le test du ratio de vraisemblance a été effectué avec un degré de liberté de 15 et a donné un résultat de Khi-deux (15) = 143,98 avec une p-valeur de 0,0000. Ce résultat indique que la différence de vraisemblance entre le modèle complet et le modèle réduit (nul) est statistiquement significative et que l'hypothèse nulle doit être rejetée en faveur de l'hypothèse alternative.

En d'autres termes, le modèle complet fournit une meilleure adaptation aux données que le modèle réduit. Cela peut indiquer que les variables supprimées dans le modèle réduit ont une influence significative sur la variable dépendante, et qu'il est important de les inclure dans le modèle complet pour une analyse plus précise.

## 5.3 QUALITE INDIVIDUELLE DU MODELE

Le test de Wald est une méthode qui permet d'évaluer l'importance individuelle des variables dans un modèle. Il compare la déviance du modèle avec et sans chaque variable explicative pour déterminer si elle est significative ou non. Pour cela, le rapport de vraisemblance entre les deux modèles est calculé afin de déterminer la probabilité de rejeter ou non l'hypothèse nulle selon laquelle le coefficient de la variable est nul.

Si la p-valeur associée à la statistique de Wald est inférieure au seuil de significativité fixé à 10%, alors on peut rejeter l'hypothèse nulle, ce qui indique que la variable indépendante contribue significativement à améliorer le modèle. Le niveau de significativité de chaque variable explicative est présenté dans le Tableau 7.

**Tableau 7 Résultats du test de Wald**

<i>Variables</i>	<i>P-critique</i>	<i>Seuil de significativité</i>	<i>Variables</i>	<i>P-critique</i>	<i>Seuil de significativité</i>
AGE	0.0877	*	JOURSTRAJET	< 0.0001	***
FEMME	0.7767		DISTANCE	0.3942	
NBRACTIF	0.3410		PARKING	0.7643	
PUBLIC	0.5136		HORAIREFLEX	0.0925	*
REGIMEA	0.0540	*	ABOTC	0.0035	***
JOURSTELETRAVAIL	0.2392		INTERVABOTC	0.3489	
NBREVOITURE	0.0612	*	VOITSOC	0.3491	
VOITPROPRE	< 0.0001	***			

Note : Les seuils de significativité sont définis comme suit : \*\*\* p<1%, \*\* p<5%, \* p<10%.

Le deuxième test individuel de qualité présenté consiste à évaluer la capacité prédictive d'un modèle statistique en comparant les valeurs prédites par le modèle aux valeurs observées dans les données. Dans le cas d'un modèle logit ordonné, ce test peut être effectué en créant une matrice de confusion qui répertorie les prédictions correctes et incorrectes du modèle en fonction des observations réelles.

Cette matrice de confusion permet de calculer différentes mesures de performance, telles que la précision globale, le taux de vrais positifs, le taux de vrais négatifs, le taux de faux positifs et le taux de faux négatifs. Ces mesures permettent d'évaluer la qualité de prédiction du modèle pour chaque catégorie et d'identifier les erreurs de prédiction.

Le test des cas correctement prédits est un outil utile pour évaluer la pertinence d'un modèle et sélectionner le meilleur modèle possible. Il permet également d'identifier les catégories dans lesquelles le modèle est performant et celles qui nécessitent des améliorations. La matrice de confusion ci-dessous présente les résultats de notre modèle :

**Tableau 8 Matrice de confusion**

		<i>Prévisions</i>			<i>Pourcentage correct</i>	<i>Taux d'erreur</i>
		Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3		
<i>Observations</i>	Cat. 1	16	11	5	50,00%	26,73%
	Cat. 2	4	62	14	77,50%	
	Cat. 3	0	16	59	78,67%	

Note : Matrice de confusion du modèle logit ordonné présenté en Tableau 6.

Le Tableau 8 présente les pourcentages de prédictions correctes obtenus par le modèle pour chaque catégorie. Les résultats indiquent que le modèle a prédit correctement 50,00% des cas pour la catégorie 1 (utilisation nulle), 77,50% des cas pour la catégorie 2 (utilisation occasionnelle) et 78,67% des cas pour la catégorie 3 (utilisation régulière). Bien que le modèle ait une précision globale de 73,37%, il est important de souligner que la prédiction des individus ayant une utilisation nulle de leur voiture n'est pas satisfaisante, avec un taux de prédiction correcte de seulement 50%. Cela peut s'expliquer en partie par la faible représentation de cette catégorie dans le modèle.

#### 5.4 INTERPRETATION DES RESULTATS

Comme énoncé précédemment, cette section examinera le niveau de significativité et l'impact de chaque variable explicative.

Dans notre étude, nous avons constaté que plusieurs variables ont une influence significative.

Les variables significatives au niveau de confiance de 1% sont la détention d'un véhicule personnel, le nombre de jours par semaine où le trajet domicile-travail est effectué en voiture et la possession d'un abonnement de transport en commun.

La détention d'un véhicule personnel est associée à une augmentation de l'utilisation de la voiture pour les trajets domicile-travail, suggérant que les individus qui ont une voiture sont plus susceptibles de l'utiliser. Cette relation positive peut être expliquée par la facilité d'utilisation qu'offre la possession d'un véhicule ou encore par le manque d'options

alternatives de transport pour se rendre au travail dans certains cas. Il est observé une association positive entre la fréquence hebdomadaire des trajets domicile-travail et l'utilisation de la voiture. Toutefois, cette relation ne peut être interprétée comme un effet de causalité car elle est essentiellement mécanique. En effet, étant donné que la voiture est le mode de transport privilégié pour 84,7% des Wallons se rendant au travail, il est logique que plus le nombre de trajets domicile-travail est important, plus l'utilisation de la voiture sera élevée. Par conséquent, le coefficient ne permet pas de conclure sur l'impact de la fréquence des trajets sur l'utilisation de la voiture pour les déplacements domicile-travail. En revanche, la possession d'un abonnement de transport en commun a un effet négatif sur l'utilisation de la voiture pour le trajet domicile-travail. Cela peut être interprété comme le fait que les personnes disposant d'un abonnement de transport en commun sont plus susceptibles d'utiliser ce moyen de transport pour se déplacer au travail plutôt que leur voiture personnelle.

Les résultats montrent également que d'autres variables sont significatives au niveau de confiance de 10%. Plus précisément, le régime de travail, le nombre de véhicules détenus par le ménage et l'horaire flexible ont une influence positive sur l'utilisation de la voiture pour se rendre au travail. D'un autre côté, l'âge a une influence négative sur cette utilisation.

Les résultats de l'étude révèlent que les individus ayant un régime de travail plus important ont tendance à utiliser davantage leur voiture pour se rendre au travail. Cependant, il est difficile de déterminer si ce coefficient reflète un effet de causalité ou simplement une corrélation, étant donné que les personnes travaillant à temps plein ont tendance à effectuer plus de trajets domicile-travail par semaine, et que la voiture est souvent le mode de transport privilégié pour ces déplacements. En outre, il est important de noter que les personnes travaillant à mi-temps sur 2,5 jours par semaine ne peuvent pas être classées dans la troisième catégorie, même si elles utilisent leur voiture pour tous leurs trajets domicile-lieu de travail. Le nombre de véhicules détenus par le ménage est également un facteur important dans l'utilisation de la voiture pour se rendre au travail. Les ménages possédant plusieurs voitures sont plus susceptibles d'utiliser leur voiture personnelle pour se déplacer, plutôt que de partager une voiture ou d'utiliser les transports en commun. En outre, nous avons également observé que les individus ayant un horaire flexible ont tendance à utiliser davantage leur voiture pour se rendre au travail. Enfin, nous avons constaté que l'âge a une influence négative sur l'utilisation de la voiture pour se rendre au travail. Les personnes plus âgées sont moins susceptibles d'utiliser leur voiture personnelle pour se déplacer (Chatterjee et Heinen, 2015).

Dans notre modèle, la variable explicative "public" ne présente pas de significativité. Cela peut suggérer qu'elle n'a pas d'effet significatif sur la variable dépendante et qu'elle peut être exclue du modèle sans compromettre sa capacité à expliquer la variance de la variable dépendante. Cependant, étant donné que cette variable est au centre de notre étude, nous avons choisi de la conserver dans le modèle. Il convient toutefois de noter que le manque de données pour le secteur privé (68 personnes) peut influencer la non-significativité de cette variable.

## 5.5 LIMITES DU MODELE

La taille réduite de notre échantillon constitue la principale limitation de notre modèle. Après le nettoyage des données, nous ne disposons que de 187 observations, ce qui peut entraîner une limitation dans la détection des variables significatives et dans la précision

de notre modèle. Il serait judicieux d'augmenter la taille de l'échantillon afin d'obtenir des résultats plus fiables et plus représentatifs de la population active wallonne.

Une limite supplémentaire de notre étude concerne les possibles biais. Nous avons observé plusieurs disparités dans la composition de notre échantillon. En effet, nous avons constaté que 69% des répondants étaient des femmes, alors que la proportion de femmes dans la population active wallonne était de 47,1% en 2021 selon Statbel. Cette différence importante pourrait potentiellement affecter les résultats de notre modèle, car les femmes sont connues pour être plus susceptibles d'utiliser leur voiture personnelle pour se rendre au travail en raison de leurs responsabilités familiales (Brown, Werner, Kim, 2003). De plus, nous avons noté que la part des personnes travaillant dans le secteur public était de 64% dans notre échantillon, alors que selon l'ONSS, 67,68% des personnes occupées en Wallonie travaillent dans le secteur privé et 32,32% dans le secteur public. Ces disproportions soulignent la nécessité d'être prudent dans l'interprétation des résultats de notre modèle.

Ainsi, pour obtenir une vision plus complète et précise des comportements de mobilité des travailleurs en Wallonie, des études futures devraient chercher à inclure des échantillons plus représentatifs et diversifiés en matière de genre et de secteur d'activité. En outre, il serait également intéressant de considérer d'autres variables comme potentiellement importantes pour la mobilité, telles que le niveau de revenu ou le lieu de résidence. Malheureusement, ces variables n'ont pas été intégrées à notre modèle en raison du faible taux de réponse pour la variable « revenu » et parce que la variable « lieu de résidence » n'a pas été incluse dans notre enquête.



## 6 ROBUSTESSE

Dans notre étude, nous avons initialement choisi le modèle de régression logistique ordonnée pour examiner les facteurs qui influencent la fréquence d'utilisation de la voiture pour les déplacements professionnels. Cependant, en raison de certaines particularités de nos données et de la taille limitée de notre échantillon, nous avons choisi de comparer nos résultats avec un autre modèle de régression (le modèle betareg) appliqué à notre variable dépendante. Cette approche nous permettra de déterminer si nos résultats précédents sont toujours applicables à notre échantillon spécifique et de fournir des informations supplémentaires sur les facteurs qui influencent la fréquence d'utilisation de la voiture pour les déplacements professionnels.

### 6.1 CHOIX DU MODELE

Le choix du modèle betareg s'explique par la nature de la variable dépendante, qui représente un ratio continu compris entre 0 et 1. Ce type de variable fractionnelle ne peut pas être expliqué par des modèles de régression classiques, comme la régression linéaire ou la régression logistique. En revanche, le modèle betareg est spécifiquement conçu pour modéliser des variables fractionnelles, en prenant en compte leur distribution particulière et les valeurs limites de 0 et 1 (Cribari-Neto et Zeilis, 2010).

D'après Cribari-Neto et Zeilis (2010), la transformation logit, habituellement utilisée pour ce type de valeurs, présente des lacunes, notamment le fait que la distribution asymétrique des proportions rende l'estimation des intervalles et des tests d'hypothèse peu précise pour des échantillons restreints. Comme c'est le cas de notre échantillon, nous avons choisi d'appliquer également le modèle de régression développé par Ferrari et Cribari-Neto (2004), basé sur l'hypothèse que la réponse est distribuée en bêta, et donc appelé « modèle de régression bêta ».

#### 6.1.1 Spécification du modèle

D'après Ferrari et Cribari-Neto (2004), le modèle théorique bêta-régression se forme ainsi (3) :

$$g(u_i) = x_i^T \beta = n_i \quad (3)$$

Dans ce modèle, la fonction  $g(u_i)$  représente comment les variables indépendantes  $x$  sont liées à la variable dépendante  $u_i$  et où  $\beta$  est un vecteur de paramètres de régression inconnu et où  $n_i$  est un prédicteur linéaire, c'est-à-dire que  $n_i = \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik}$  (Cribari-Neto et Zeilis, 2010).

Les coefficients de la régression betareg peuvent être interprétés de la même manière que les coefficients de régression linéaire multiple, c'est-à-dire que leur signe indique la direction de la relation entre la variable indépendante et la variable dépendante (Manuel de Stata : « Beta régression », 2015). Comme pour le modèle logit ordonné, nous utiliserons donc le signe des coefficients pour déterminer l'effet de chaque variable explicative sur la variable dépendante.

### 6.1.2 Présentation de la méthode d'estimation

Voici comment notre modèle économétrique de régression bêta est modélisé (4):

$$\begin{aligned} x\_prime = f(&cons + \beta_1 age + \beta_2 femme + \beta_3 nbractif + \beta_4 public \\ &+ \beta_5 regime + \beta_6 joursteletravail + \beta_7 nbrevoiture \\ &+ \beta_8 voitpropres + \beta_9 distance + \beta_{10} parking \\ &+ \beta_{11} horaireflex + \beta_{12} abotc + \beta_{13} intervabotc \\ &+ \beta_{14} voitsoct + \varepsilon) \end{aligned} \quad (4)$$

Dans notre modèle beta régression, nous avons les composantes suivantes :

- La variable dépendante, notée **x\_prime**, représente un ratio entre le nombre de jours où les répondants utilisent leur voiture personnelle pour se rendre de leur domicile à leur lieu de travail et le nombre total de jours où ils effectuent ce trajet. Cette variable a été ajustée pour éviter des ratios égaux à 0 ou à 1.
- **cons** et **β** correspondent respectivement à la constante et aux coefficients de régression pour chaque variable explicative incluse dans le modèle.
- **ε** représente le terme d'erreur, qui capture toutes les autres sources de variation non expliquées par les variables explicatives dans le modèle.

## 6.2 VARIABLES UTILISEES

Les variables utilisées pour ce modèle sont les suivantes :

- La variable expliquée :

La variable dépendante, est notée **x\_prime** dans stata. Elle représente un ratio entre le nombre de jours où les répondants utilisent leur voiture personnelle pour se rendre de leur domicile à leur lieu de travail et le nombre total de jours où ils effectuent ce trajet. Cette variable a été ajustée grâce à une correction statistique pour éviter des ratios égaux à 0 ou à 1. (voir Annexe 5)

- Les variables explicatives :

Les variables explicatives utilisées dans le modèle betareg sont les mêmes que celles utilisées dans le modèle logit ordonnée. Seule la variable « **JOURSTRAJET** » a été supprimée, car elle est incluse dans le ratio représenté par **x\_prime**.

### 6.3 RESULTATS DE LA REGRESSION

Après un nettoyage des données similaire à celui utilisé pour le modèle logit (voir Annexe 6), une régression bêta a été appliquée au modèle présenté ci-avant. Les résultats détaillés de cette régression dans Stata sont présentés dans un tableau repris en Annexe 7.

### 6.4 INTERPRETATION DES RESULTATS

Si on compare la régression betareg avec celle obtenue par logit ordonné, on constate que nous avons moins de variables significatives dans la régression-bêta.

Il y a des variables qui sont significatives et communes aux deux modèles, telles que les variables « régime », « nombre de voiture », « voiture propre » et « horaire flexible ». On constate néanmoins que les variables « régime » et « horaire flexible » semblent significatives à un seuil moins élevé dans la régression-bêta. En effet, la variable « régime » est significative au seuil de 10% dans le modèle logit et à celui de 1% dans le modèle betareg. La variable « horaire flexible » est, quant à elle, significative à un seuil de 10% dans le modèle logit et 5% dans la régression-bêta.

Dans le modèle beta-reg, certaines variables sont significatives à différents seuils alors qu'elles ne sont pas considérées comme significatives dans le modèle logit ordonné. Il s'agit des variables « jours télétravail » et « distance » (au seuil de 1%).

On pourrait expliquer cette différence par plusieurs raisons. Tout d'abord, différents modèles économétriques peuvent avoir des hypothèses différentes sur les données, ce qui peut conduire à des résultats différents. Par exemple, le modèle logit et le modèle betareg ont des hypothèses différentes sur la distribution de la variable dépendante, ce qui peut entraîner des différences dans la manière dont les variables explicatives sont prises en compte.

Ensuite, il peut y avoir des interactions entre les variables explicatives qui ne sont pas capturées par un modèle, ce qui peut conduire à des résultats contradictoires. Par exemple, il peut y avoir une interaction entre la distance et le temps de trajet qui influence l'utilisation de la voiture, mais qui n'est pas prise en compte dans le modèle. De plus, la significativité d'une variable explicative peut dépendre de la méthode de mesure ou de la manière dont elle est incluse dans le modèle. Par exemple, la significativité d'une variable peut dépendre du choix de la spécification du modèle, tel que le nombre de variables explicatives incluses, les transformations appliquées ou les interactions entre les variables.

En ce qui concerne l'interprétation des coefficients, comme pour le modèle logit ordonné, nous interprèterons les coefficients au travers de leur signe. Afin de comparer les deux modèles, nous avons établi un tableau qui reprend les différents coefficients des variables ainsi que leur significativité dans l'un ou l'autre des modèles.

**Tableau 9 Coefficients des différentes variables dans les deux modèles**

<i>x_prime</i>	<i>Coefficient logit ordonné</i>	<i>Seuil de significativité logit ordonné</i>	<i>Coefficient betareg</i>	<i>Seuil de significativité betareg</i>
Age	-0,0296879	*	-0.0042769	
Femme	-0,111749		0.079619	
Nbractif	-0,331147		0.2008265	
Public	-0,248158		-0.2095516	
Regime	2,37995	*	-1.176299	***
joursteletravail	0,219937		0.4623521	***
Nbrevoiture	0,613185	*	0.2368241	*
Voitpropre	3,43769	***	1.057369	***
Distance	0,00702593		0.0137856	***
Parking	0,161615		-0.0526881	
Horaireflex	0,675223	*	0.3339551	**
Abotc	-1,91327	***	0.1651276	
intervabotc	0,409677		0.0034717	
Voitsoc	-0,638517		-0.4333949	

Note : comparaison des différents coefficients des variables explicatives dans les deux modèles ainsi que de leur significativité. Les seuils de significativité sont définis comme suit : \*\*\* p<1%, \*\* p<5%, \* p<10%.

En examinant les variables qui se sont révélées significatives dans les deux modèles, nous avons constaté que la plupart des coefficients ont un signe identique. Ainsi, les conclusions précédentes concernant les variables « nombre de voitures », « voiture propre » et « horaire flexible » sont confirmées par cette régression.

La variable « distance » n'était pas significative dans le modèle logit ordonné, tandis qu'elle l'était dans le modèle betareg. Bien que les coefficients des deux modèles pour cette variable soient du même signe, ce qui suggère que l'augmentation de la distance a un effet positif sur l'utilisation de la voiture, cette conclusion semble contredire les résultats de la littérature. En effet, De Witte (2008) indique que la voiture est le mode de transport dominant pour les trajets domicile-travail jusqu'à 30 km, tandis que l'utilisation du train devient plus probable au-delà de cette distance, car il est plus compétitif sur les longues distances. Il convient cependant de noter que la distance est souvent identifiée comme un déterminant peu significatif dans les études précédentes (De Witte et al., 2013), contrairement à notre modèle. Par conséquent, le fait que cette variable apparaisse comme significative dans notre modèle pourrait être dû aux limites de celui-ci.

A l'inverse, la variable « abotc » était significative dans le modèle logit alors qu'elle ne l'est pas dans le modèle bêta-régression. Les raisons qui peuvent expliquer cette différence sont les mêmes que pour la variable « distance ».

La variable « jours de télétravail » est significative dans le modèle betareg, contrairement à celui du modèle logit ordonné, où le coefficient n'est pas interprétable à cause de l'effet mécanique mentionné précédemment. Dans le modèle betareg, le coefficient de cette variable est positif, ce qui suggère qu'un nombre élevé de jours de télétravail est associé à un ratio élevé d'utilisation de la voiture. Cette observation peut sembler surprenante étant donné que selon Mariani-Rousset et Tissandier (2019), le télétravail aurait pour effet de réduire l'utilisation de la voiture en faveur de la marche. Cette conclusion est soutenue

par la note de Klein, Vincent, Ravalet, Beziat, Eddarai, Morain et Pochet (2020), qui suggère que le télétravail a encouragé certains actifs à réduire leur utilisation de la voiture pour se rendre au travail.

Le fait que le coefficient de la variable explicative « régime » soit positif dans le modèle logit ordonné et négatif dans le modèle betareg peut être dû à des différences dans la manière dont les deux modèles traitent la variable dépendante. Dans le modèle logit ordonné, la variable dépendante est une variable catégorielle ordonnée qui représente l'utilisation de la voiture sur une échelle de 1 à 3. Le coefficient de la variable explicative « régime » représente donc l'effet de l'augmentation du pourcentage de travail sur la probabilité de passer à une catégorie d'utilisation plus élevée de la voiture. Étant donné que les personnes travaillant à temps plein ont généralement tendance à effectuer plus de trajets domicile-travail par semaine, et que la voiture est souvent leur mode de transport privilégié pour ces déplacements, il est difficile de déterminer si ce coefficient reflète un effet de causalité ou simplement un effet mécanique. En revanche, dans le modèle betareg, la variable dépendante est continue et représente la proportion d'utilisation de la voiture par rapport au nombre total de jours où la personne se rend sur son lieu de travail. Le coefficient de la variable explicative « régime » représente donc l'effet de l'augmentation du pourcentage de travail sur la proportion d'utilisation de la voiture. Dans ce cas, il est possible que cette augmentation de la proportion soit due à un effet de complémentarité : les personnes qui travaillent plus ont peut-être plus de difficulté à utiliser d'autres modes de transport que la voiture et sont donc plus enclines à l'utiliser.

## 6.5 LIMITES DU MODELE

Tout comme pour le modèle logit ordonné, notre modèle betareg présente des limites importantes en raison de la petite taille de l'échantillon. Les limites potentielles d'un modèle betareg avec un nombre limité d'observations comprennent une réduction de la puissance statistique, une instabilité des coefficients, une faible généralisation, une surévaluation de la signification statistique et une sous-estimation de l'erreur type. Ces limites peuvent conduire à une interprétation erronée des résultats et à une surestimation ou une sous-estimation de la signification statistique des coefficients de régression.

En outre, il est important de noter que les distributions des coefficients dans un modèle betareg peuvent ne pas suivre une distribution normale, ce qui rend la signification statistique des tests de significativité moins directe que dans les modèles linéaires classiques. Il est donc essentiel de considérer la pertinence économique et l'interprétation des résultats lors de l'évaluation de la signification des coefficients. De plus, le modèle betareg est mieux adapté pour modéliser des variables de réponse continues qui sont bornées entre 0 et 1, tandis que le modèle logistique est mieux adapté pour modéliser des variables de réponse dichotomiques ou ordinales.

## 7 CONCLUSION

En rédigeant cette étude, nous avons deux objectifs principaux : d'une part, créer un modèle prédictif en se basant sur les données obtenues à partir d'une enquête, et d'autre part, identifier les facteurs qui ont un impact sur l'utilisation de la voiture pour les trajets entre le domicile et le lieu de travail.

En raison de la pandémie de COVID-19, un grand nombre de travailleurs ont opté pour le télétravail, ce qui a entraîné une réduction de la nécessité de se déplacer pour se rendre au travail. Bien que ces trajets ne représentent qu'une partie des déplacements totaux effectués par une personne, ils sont cruciaux et cette évolution a conduit à une réflexion sur les modes de transport et les impacts négatifs associés à l'utilisation de la voiture.

Bien que de nombreuses études aient été menées sur l'utilisation de la voiture et les facteurs qui la déterminent, nous avons considéré qu'il était important de réaliser notre propre étude en utilisant des données spécifiques à la région wallonne. De plus, nous avons jugé primordial de conduire cette étude en 2023 pour tenir compte de l'impact de la crise sanitaire ainsi que de la crise énergétique en cours.

Afin de mener à bien notre étude, nous avons procédé à la collecte de données à l'aide d'un questionnaire que nous avons administré nous-mêmes. Nous avons ensuite analysé l'échantillon obtenu en nous appuyant sur notre revue de la littérature existante. À partir des résultats de la régression de notre modèle économique, nous avons identifié plusieurs facteurs significatifs qui influencent l'utilisation de la voiture. Ces conclusions ont ensuite été appuyées par un second modèle.

Notre étude visait à déterminer les facteurs qui influencent l'utilisation de la voiture personnelle pour les déplacements domicile-travail, en comparant les secteurs public et privé. Cependant, les résultats obtenus n'ont pas été significatifs, probablement en raison d'une faible représentation du secteur privé dans notre échantillon, ce qui a limité notre capacité à identifier des différences significatives entre les deux secteurs.

Il est important de noter que notre étude présente des limites, principalement en raison de la taille restreinte de l'échantillon. Pour améliorer les futures recherches, il serait pertinent d'étendre l'échantillon afin d'inclure une meilleure représentation des secteurs public et privé, ainsi que d'explorer des méthodologies alternatives pour mieux comprendre les facteurs déterminants de l'utilisation de la voiture pour les trajets domicile-travail.

Dans notre deuxième modèle, nous avons également observé une tendance émergente selon laquelle le télétravail pourrait être associé à un ratio élevé d'utilisation de la voiture, alors que la littérature existante suggère le contraire. Cela souligne l'importance de poursuivre les recherches sur ce sujet, en particulier à la lumière de la pandémie actuelle et de l'augmentation du télétravail chez les travailleurs wallons.

Enfin de compte, nous avons identifié plusieurs facteurs significatifs dans l'utilisation de la voiture pour les trajets domicile-lieu de travail, notamment le nombre de voitures possédées par un ménage, la possession d'une voiture personnelle et la flexibilité des horaires. Nous avons également confirmé l'importance de l'âge, qui est cohérent avec les conclusions de nombreuses études antérieures.

Pour des recherches futures sur ce sujet, il serait intéressant d'étendre l'échantillon pour inclure une meilleure représentation des secteurs public et privé afin de mieux comprendre les différences entre ces deux groupes en termes d'utilisation de la voiture pour les trajets domicile-travail. Il serait également bénéfique d'explorer des méthodologies alternatives pour mieux comprendre les facteurs déterminants de l'utilisation de la voiture pour les trajets domicile-travail. En ce qui concerne la tendance émergente selon laquelle le télétravail pourrait être associé à un ratio élevé d'utilisation de la voiture, il serait intéressant de mener des études plus approfondies pour comprendre les raisons de cette association et pour explorer des moyens de réduire l'utilisation de la voiture dans le contexte du télétravail. Enfin, l'élargissement de notre étude à d'autres régions ou pays serait en effet bénéfique pour comparer les résultats et identifier les similitudes et les différences entre les contextes géographiques, ce qui pourrait contribuer à l'élaboration de politiques de mobilité plus efficaces et plus adaptées à chaque contexte.

## BIBLIOGRAPHIE

BAMBERG S., FUJII S., FRIMAN M. et GÄRLING T. (2011), “Behaviour theory and soft transport policy measures”, *Transport Policy*, n° 18.

BIGLIA A. (2015), “Analyse prospective sur l'implémentation de la voiture autonome : impact sur l'industrie automobile et le citoyen”, *Louvain School of Management, Université catholique de Louvain*.

BROWN B., WERNER C., KIM N. (2003), “Personal and contextual factors supporting the switch to transit use: evaluating a natural transit intervention”, *Analyses of Social Issues and Public Policy* 3, P139–160.

BUEHLER R. (2011), “Determinants of Transport Mode Choice: A Comparison of Germany and the USA”, *Journal of Transport Geography*, n° 19.

CHATTERJEE K. et HEINEN E. (2015), “The same mode again? An exploration of mode choice variability in Great Britain using the National Travel Survey”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 78.

CIRILLO C. et AXHAUSEN K. (2002), “Comparing urban activity travel behaviour”, *Transportation Research Board*, n° 8181.

CLARK B., CHATTERJEE K. ET MELIA S. (2016), “Changes to commute mode: The role of life events, spatial context and environmental attitude”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, n° 89.

CRIBARI-NETO F. et ZEILEIS A. (2010), “Beta Regression in R”, *Journal of Statistical Software*, vol. 34.

DE WITTE, A., MACHARIS C. et MAIRESSE O. (2008), “How persuasive is ‘free’ public transport? A survey among commuters in the Brussels Capital Region”, *Transport Policy*, n° 15.

DE WITTE A., MACHARIS C. et VAN LIER T. (2012), “The impact of telework on transport externalities: the case of Brussels Capital Region”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, n° 54.

DE WITTE A., HOLLEVOET J., DOBRUSZKES F., HUBERT M. et MACHARIS C. (2013), “Linking modal choice to motility: a comprehensive review”, *Transportation Research. Part A: General*, n° 49.

ELLDÉR E. (2020), “Telework and daily travel: New evidence from Sweden”, *Journal of Transport Geography*, n° 86.

ERMANS T., BRANDELEER C., D’ANDRIMONT C., HUBERT M. et MARISSAL P. (2017), “Bruxelles et ses déplacements domicile-travail et domicile-école”, *Belgeo. Revue belge de géographie*, n° 4.



- ERMANS T., BRANDELEER C., HUBERT M., LEBRUN K. et SIEUX F. (2018), “Déplacements domicile-travail : état des lieux et perspectives d’action pour les entreprises”, *Brussels Studies*, n° 125.
- FERRARI S. et CRIBARI-NETO F. (2004), “Beta regression for modelling rates and proportions”, *Universidade de São Paulo*.
- FOREM (2023), “La situation des femmes sur le marché de l’emploi en Wallonie”, *Veille, analyse et prospective du marché de l’emploi*, P13.
- GUZMAN L. A. et HESSEL P. (2022), “The effects of public transport subsidies for lower-income users on public transport use: A quasi-experimental study”, *Transport Policy*, vol. 126.
- HURLIN C. (2003), “Econométrie des variables qualitatives”, *Université d’Orléans*.
- INSTITUT VIAS (2023), “Enquête fédérale sur les déplacements domicile-travail 2021-2022”.
- JACQUOT A. (2000), “Les modèles économétriques–LOGIT–PROBIT–TOBIT”, *CNAF-Bureau des prévisions*.
- JOANNIN P. (2023), “L’Union européenne face à la guerre en Ukraine : la puissance libérale et ses limites”, *Question d’Europe*, n°651
- KLEIN O., VINCENT S., RAVALET E., BEZIAT A., EDDARAI Y., MORAIN J-E et POCHE P. (2020), “Crise sanitaire et mobilité dans la métropole de Lyon et le département du Rhône - Développement des pratiques de télétravail et mobilité domicile-travail, Note d’analyse n°2 du projet COVIMOB”, *LAET*.
- LITMAN T. (2006), “Parking management: strategies, evaluation and planning”, *Victoria, BC, Canada: Victoria Transport Policy Institute*.
- MAGRIÇO D., SHEEHY C., SIRAUT J., FULLER T. (2023) “Survey evidence on COVID-19 and its impact on rail commuting patterns in Great Britain”, *Case Studies on Transport Policy*, vol. 11.
- MARIANI-ROUSSET S. et TISSANDIER P. (2019), “Les bénéfices du télétravail”, *Revue francophone sur la santé et les territoires*.
- MOKHTARIAN P. L. et BAGLEY M. (2002), “The impact of residential neighborhood type on travel behavior: A structural equations modeling approach”, *The Annals of Regional Science*, n° 36.
- MOKHTARIAN P. L., et CHEN C. (2004), “TTB or not TTB, that is the question: a review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, n° 38(9-10).
- ONSS (2021), “Travailleurs assujettis à la sécurité sociale répartis par lieu de travail : données au 31 décembre 2021”, P21.

SERVICE PUBLIC WALLON (2022), “Bilan énergétique de la Wallonie 2019”, *Bilan de consommation des transports*, P121.

VILLENEUVE A. (1970), “Les déplacements domicile-travail”, *Economie et statistique*, n°17.

WILLIAMS R. A. et QUIROZ C. (2020), “Ordinal regression models”, *SAGE Publications Limited*.

WILLSON R., DONALD W. et SHOUP C. (1990), “Parking subsidies and travel choices: Assessing the evidence”, *Transportation*, n° 17.

Site internet :

<https://www.teletravailler.be/en-chiffres/enquete-bemob-la-pratique-du-teletravail-en-belgique-en-2022/>

<https://climat.be/en-belgique/climat-et-emissions/emissions-des-gaz-a-effet-de-serre/emissions-par-secteur>

# **ANNEXES**

## Annexe 1 Questionnaire

### Enquête sur l'utilisation de la voiture pour les trajets domicile-lieu de travail

Enquête sur l'utilisation de la voiture pour les trajets domicile-lieu de travail dans le cadre du travail de mémoire de Maud BEDEUR et Stéphanie JOACHIM.

Caractéristiques personnelles

Aidez-nous à vous connaître un peu mieux...

1. Vous êtes...

*Une seule réponse possible.*

- une femme
- un homme
- Je ne souhaite pas le préciser

2. Quelle est votre année de naissance ?

\_\_\_\_\_

3. De combien de personnes est composé votre ménage, vous y compris ?

\_\_\_\_\_

4. Quel est le diplôme ou le certificat d'études le plus élevé que vous ayez obtenu ?

*Une seule réponse possible.*

- Pas de diplôme
- Ecole primaire
- Ecole secondaire
- Enseignement supérieur ou universitaire de 3 ans maximum (bachelier, graduat, ...)
- Enseignement supérieur ou universitaire de 4 ans au moins (master, licence, ...)

5. Parmi les membres de votre ménage, combien sont âgés de 18 à 67 ans, vous compris ?

\_\_\_\_\_

6. Parmi les membres de votre ménage, combien de personnes sont actives, vous compris ?

\_\_\_\_\_

7. Vous travaillez...

*Une seule réponse possible.*

- dans le secteur privé  
 dans le secteur public

8. Quelle est votre profession ?

*Une seule réponse possible.*

- Ecolier/étudiant  
 Demandeur d'emploi  
 Travailleur à temps plein  
 Travailleur à temps partiel  
 Indépendant  
 (Pré)pensionné  
 Autre : \_\_\_\_\_

9. Dans quelle tranche se situent vos revenus nets?

*Une seule réponse possible.*

- Inférieurs à 1 000 €
- Entre 1 000 et 1 999 €
- Entre 2 000 et 2 999 €
- Entre 3 000 et 3 999 €
- Entre 4 000 et 4 999 €
- Supérieurs à 5 000 €

10. Combien de voitures compte votre ménage ?

\_\_\_\_\_

11. Etes-vous titulaire d'un permis de conduire (permis B) ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

12. Disposez-vous de votre propre voiture ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

#### Caractéristiques des trajets domicile-lieu de travail

13. Combien de jours/semaine effectuez-vous le trajet vers votre lieu de travail principal ?

Si le nombre de jours est variable, merci d'indiquer ce qui vous semble être la moyenne.

\_\_\_\_\_

14. Quelle distance sépare votre domicile de votre lieu de travail (en km, arrondi à l'unité supérieure) ?

Veillez entrer un nombre correspondant au nombre de kilomètres qui séparent votre domicile et votre lieu de travail (en kilomètres). Si vous travaillez à plusieurs endroits différents, merci d'indiquer le lieu où vous vous rendez le plus souvent.

---

15. Combien de jours par semaine utilisez-vous les modes de transports suivants pour vous rendre au travail ?

Si le nombre de jours est variable, merci d'indiquer le nombre qui vous semble être une moyenne.

*Une seule réponse possible par ligne.*

	0	1	2	3	4	5	6
<b>Marche</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Trottinette</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Vélo non électrique</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Vélo électrique</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Cyclomoteur/moto</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Voiture en tant que conducteur (uniquement avec personne(s) faisant partie du ménage)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Voiture en tant que passager (uniquement avec personne(s) faisant partie du ménage)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Covoiturage en tant que conducteur (voiture transportant au moins une autre personne qui ne fait pas partie du ménage)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Covoiturage en tant que passager (voiture transportant au moins une autre personne qui ne</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



fait pas partie du ménage)

Poids lourd

Train

Méto/tram

Bus transports en commun

Bus privé (transport collectif pour se rendre à l'école, au travail...)

Taxi

Autres



16. Quelle distance moyenne parcourez-vous avec chaque mode de déplacement ?

*Une seule réponse possible par ligne.*

	Moins de 999 m	1 à 4,99 km	5 à 15 km	Plus de 15 km
<b>Marche</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Trottinette</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Vélo non électrique</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Vélo électrique</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Cyclomoteur/moto</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Voiture en tant que conducteur (uniquement avec personne(s) faisant partie du ménage)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Voiture en tant que passager (uniquement avec personne(s) faisant partie du ménage)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Covoiturage en tant que conducteur (voiture transportant au moins une autre personne qui ne fait pas partie du ménage)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Covoiturage en tant que passager (voiture transportant au moins une autre personne qui ne fait pas partie du ménage)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Poids lourd</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Train</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Métro/tram</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<b>Bus transports en commun</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Bus privé (transport collectif pour se rendre à l'école, au travail...)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Taxi</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Autres</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. A quelle distance de votre domicile y a-t-il un arrêt de transports en commun ?

*Une seule réponse possible par ligne.*

	0-249 m	250-499 m	500-999 m	1-1,99 km	2-4,99 km	5-9,99 km	10 km ou plus	Je ne sais pas
<b>Arrêt de bus</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Gare de train</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Arrêt de tram</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Station de métro</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Caractéristiques de votre lieu de travail

Aidez-nous à en apprendre un peu plus sur l'endroit où vous travaillez. Si vous travaillez à différents endroits, merci de répondre pour l'endroit auquel vous vous rendez le plus souvent.

18. Quel est le code postal du lieu de votre travail?

\_\_\_\_\_

19. Disposez-vous d'un parking sur votre lieu de travail ?

*Une seule réponse possible.*

- Oui, un lieu de parking gratuit
- Oui, un lieu de parking payant
- Non, je ne dispose pas d'un parking sur mon lieu de travail
- Autre : \_\_\_\_\_

20. A quelle distance de votre lieu de travail y a-t-il un arrêt de transports en commun ?

*Une seule réponse possible par ligne.*

	0-249 m	250- 499 m	500- 999 m	1-1,99 km	2-4,99 km	5-9,99 km	10 km ou plus	Je ne sais pas
<b>Bus</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Train</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tram</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Métro</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Quel est votre régime de travail ?

Veillez indiquer votre régime horaire de travail. Si vous êtes actuellement en congé de longue durée ou toute autre raison qui vous empêche de travailler, merci d'indiquer votre régime habituel de travail et/ou celui pour lequel vous avez été engagé.

*Une seule réponse possible.*

- Temps plein
- Temps partiel

22. Si vous travaillez à temps partiel, pourriez-vous indiquer votre pourcentage de temps de travail (%) ?

Si vous travaillez à temps partiel, veuillez indiquer votre pourcentage de temps de travail en pourcentage d'un temps plein. Exemple : un 4/5ème correspond à 80%, un mi-temps à 20%, etc.

---

23. Combien de télétravail préstez-vous par semaine ?

Veuillez indiquer le nombre de jours de télétravail que vous préstez par semaine. Ce nombre ne doit pas forcément être un nombre entier. Si le nombre est variable, merci d'indiquer ce qui vous semble être la moyenne.

---

24. Disposez-vous d'une voiture de société?

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non

25. Disposez-vous d'un horaire flexible ?

Veuillez indiquer l'heure à laquelle vous terminez votre activité professionnelle. Si celle-ci est variable, merci d'indiquer ce qui vous semble être une moyenne.

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non

26. A quelle heure débute votre activité professionnelle ?

Veuillez indiquer l'heure à laquelle vous débutez votre activité professionnelle. Si celle-ci est variable, merci d'indiquer ce qui vous semble être une moyenne.

---

*Exemple : 4 h 03 min 32 s (4 heures, 3 minutes, 32 secondes)*

27. A quelle heure se termine votre activité professionnelle ?

Veillez indiquer l'heure à laquelle vous terminez votre activité professionnelle. Si celle-ci est variable, merci d'indiquer ce qui vous semble être une moyenne.

*Exemple : 4 h 03 min 32 s (4 heures, 3 minutes, 32 secondes)*

28. Disposez-vous d'un (des) abonnement(s) suivant(s) pour vous rendre sur votre lieu de travail ?

Indiquez pour chaque mode de déplacement le nombre d'abonnements dont vous disposez pour vous rendre sur votre lieu de travail.

*Plusieurs réponses possibles.*

	Oui	Non
<b>Vélo (Villo!, Blue-bike...)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Voiture (Cambio, Zen Car ...)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Train</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Méto/tram</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Bus transports en commun</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Bus privé (transport collectif pour se rendre au travail)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Autre</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

29. Bénéficiez-vous d'une intervention financière pour votre(vos) abonnement(s) ?

*Une seule réponse possible par ligne.*

	Aucune	Partielle	Totale
<b>Vélo (Villo!, Blue-bike...)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Voiture (Cambio, Zen Car ...)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Train</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Métro/tram</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Bus transports en commun</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Bus privé (transport collectif pour se rendre au travail)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Autres</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

---

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google.

Google Forms

## Annexe 2 Détails de la méthode de diffusion

Image accompagnant le lien du formulaire sur les réseaux sociaux :

MAUD ET STEPHANIE



# Avez-vous 10 minutes pour nous aider ?

ETUDIANTES EN MASTER EN SCIENCES DE GESTION, NOUS PREPARONS UN MEMOIRE SUR L'UTILISATION DE LA VOITURE DANS LES TRAJETS DOMICILE-LIEU DE TRAVAIL.

**Aidez-nous en remplissant notre enquête anonyme.  
Merci à vous !**



VOS DONNEES NE SERONT PAS COLLECTEES



Exemple de publication sur Facebook :



**Maud Bédeur** · 6 février · 🌐

Bonjour,  
Dans le cadre de mon master en sciences de gestion, je dois réaliser une enquête pour mon memoire. Sauriez vous prendre quelques minutes pour répondre à cette enquête 😊  
Merci beaucoup 😊  
N'hésitez pas à partager ma publication 😊

Voici le lien :  
<https://forms.gle/k1D2gN1AsVMxXiy46>

MAUD ET STEPHANIE

# Avez-vous 10 minutes pour nous aider ?

ETUDIANTES EN MASTER EN SCIENCES DE GESTION, NOUS PREPARONS UN MEMOIRE SUR L'UTILISATION DE LA VOITURE DANS LES TRAJETS DOMICILE-LIEU DE TRAVAIL.

**Aidez-nous en remplissant notre enquête anonyme.  
Merci à vous !**



## Annexe 3 Affiche avec le QR code

MAUD ET STEPHANIE



# Avez-vous 10 minutes pour nous aider ?

ETUDIANTES EN MASTER EN SCIENCES DE GESTION, NOUS PREPARONS UN MEMOIRE SUR L'UTILISATION DE LA VOITURE DANS LES TRAJETS DOMICILE-LIEU DE TRAVAIL.

**Aidez-nous en remplissant notre enquête anonyme en scannant le QR-code ci-dessous.  
Merci à vous !**



VOS DONNEES NE SERONT PAS COLLECTEES

## Annexe 4 Nettoyage de la base de données

<i>N° observation</i>	<i>Variable</i>	<i>Traitement appliqué</i>	<i>Justification</i>
17	NBRACTIF	Suppression	Donnée manquante
22	HORAIREFLEX JOURSTRAJET DISTANCE VOITSOC %RÉGIME	Suppression	Donnée manquante
29	JOURSTRAJET	Suppression	Donnée manquante
61	HORAIREFLEX	Suppression	Donnée manquante
67	%RÉGIME	Suppression	Donnée manquante
92	JOURSTRAJET	Suppression	Donnée manquante
105	NBRACTIF	Suppression	Donnée manquante
161	VOITSOC	Suppression	Donnée manquante
176	JOURSTRAJET	Suppression	Donnée manquante
183	DISTANCE	Suppression	Donnée manquante
186	NBRACTIF	Suppression	Donnée manquante
25	JOURSTELETRAVAIL	Suppression	Réponse > à 7 -> Donnée aberrante
165	JOURSTELETRAVAIL	Suppression	Réponse > à 7 -> Donnée aberrante

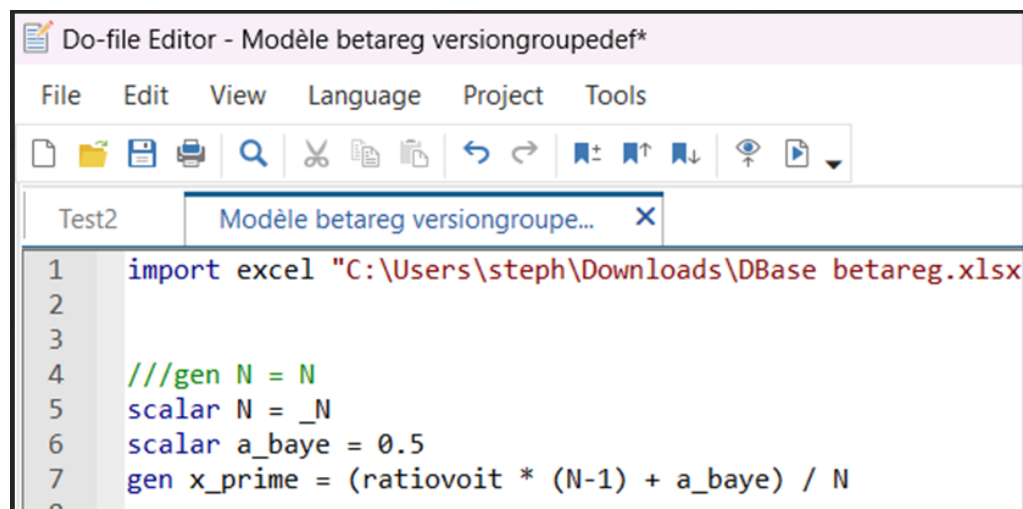
## Annexe 5 Correction statistique de la variable expliquée

Ce modèle est conçu pour des variables dépendantes représentant des fractions ou des proportions qui sont comprises entre 0 et 1. Le prétraitement des données implique de s'assurer que les valeurs à expliquer sont effectivement comprises dans cette plage. À cette fin, une commande disponible dans Stata permet de supprimer les observations supérieures à 1 ou inférieures à 0 :

- `drop if ratiovoit>1`
- `drop if ratiovoit<0`

Le deuxième traitement consiste à éviter les valeurs extrêmes de 1 et de 0, qui ne peuvent pas être traitées par le modèle `betareg`. Ces valeurs extrêmes empêchent le modèle de fonctionner correctement. Pour y remédier, une correction est appliquée en générant une nouvelle variable appelée "x\_prime" qui réduit légèrement les valeurs de 1 et augmente légèrement les valeurs de 0.

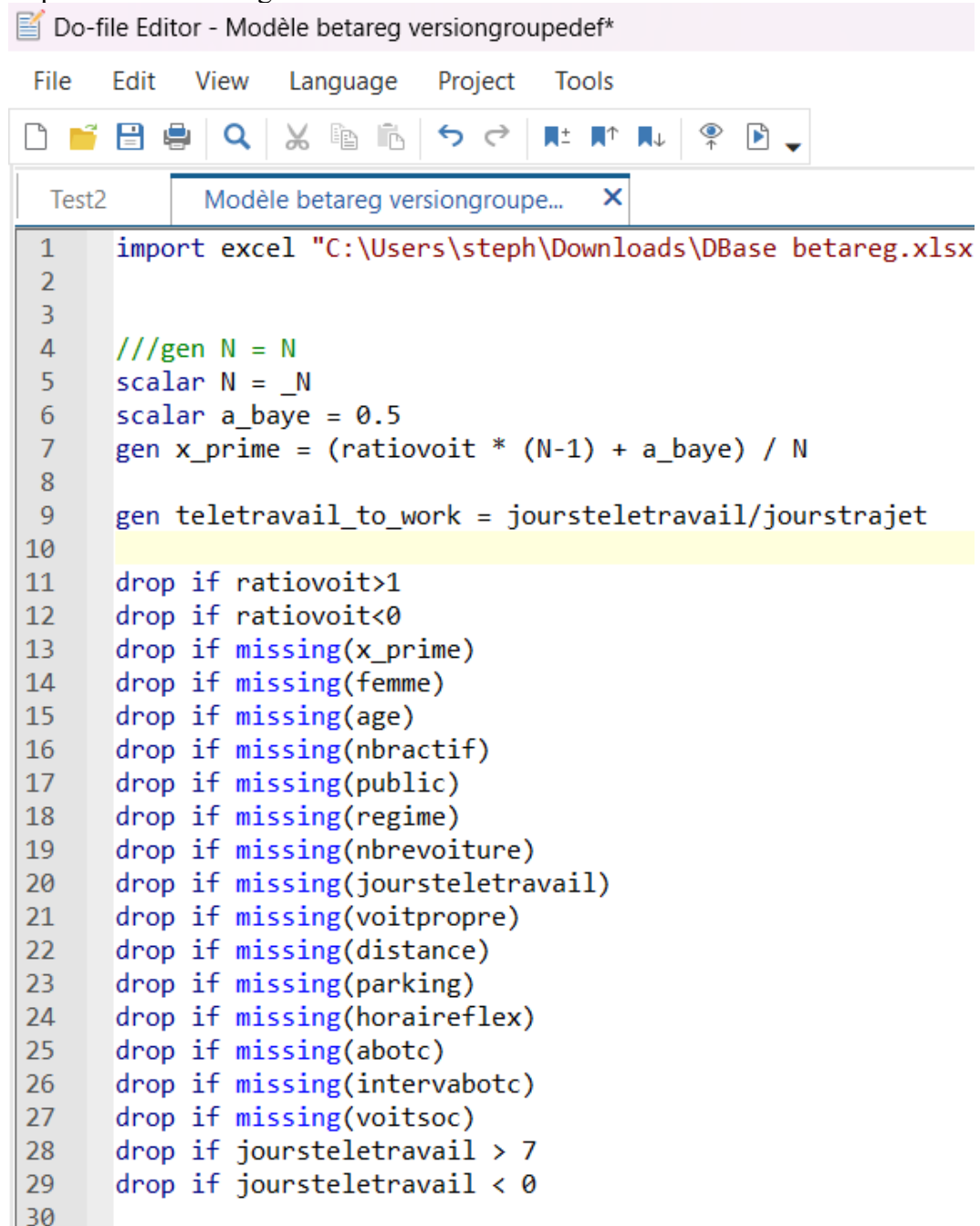
Ainsi pour générer la variable « x\_prime », on multiplie chaque valeur de la variable "ratiovoit" par le nombre d'observations-1 plus un chiffre légèrement inférieur à 1 et on divise le tout par le nombre total d'observations.



```
Do-file Editor - Modèle betareg versiongroupedef*
File Edit View Language Project Tools
Test2  Modèle betareg versiongroupede...
1  import excel "C:\Users\steph\Downloads\DBase betareg.xlsx"
2
3
4  ///gen N = N
5  scalar N = _N
6  scalar a_baye = 0.5
7  gen x_prime = (ratiovoit * (N-1) + a_baye) / N
8
```

## Annexe 6 Nettoyage des données aberrantes et manquantes dans Stata

Capture d'écran codage Stata



```
1 import excel "C:\Users\steph\Downloads\DBase betareg.xlsx"
2
3
4 ///gen N = N
5 scalar N = _N
6 scalar a_baye = 0.5
7 gen x_prime = (ratiovoit * (N-1) + a_baye) / N
8
9 gen teletravail_to_work = joursteletravail/jourstrajet
10
11 drop if ratiovoit>1
12 drop if ratiovoit<0
13 drop if missing(x_prime)
14 drop if missing(femme)
15 drop if missing(age)
16 drop if missing(nbractif)
17 drop if missing(public)
18 drop if missing(regime)
19 drop if missing(nbrevoiture)
20 drop if missing(joursteletravail)
21 drop if missing(voitpropre)
22 drop if missing(distance)
23 drop if missing(parking)
24 drop if missing(horaireflex)
25 drop if missing(abotc)
26 drop if missing(intervabotc)
27 drop if missing(voitsoc)
28 drop if joursteletravail > 7
29 drop if joursteletravail < 0
30
```

Note : capture d'écran du code indiqué pour supprimer les observations manquantes dans les variables utilisées du modèle ainsi que les observations « jours télétravail » supérieures à 7 ou inférieures à 0

## Annexe 7 Résultats de la bêta-régression

### Résultats de la bêta-régression dans Stata

Beta régression                      Number of obs   =   183  
 LR chi2(14)                        =   125.68  
 Prob > chi2                        =   0.0000

Link function :  $g(u) = \log(u/(1-u))$             [Logit]  
 Slink function :  $g(u) = \log(u)$                     [Log]

Log likelihood = 96.338733

<i>x_prime</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std.</i>	<i>err.</i>	<i>z</i>	<i>P&gt; z </i>	<i>[95% conf. interval]</i>	<i>Seuil de significativité</i>
AGE	-0.0042769	0.006955	-0.61	0.539	-0.0179085	0.0093547	
FEMME	0.079619	0.1532023	0.52	0.603	-0.2206519	0.37989	
NBRACTIF	0.2008265	0.1375378	1.46	0.144	-0.0687427	0.4703957	
PUBLIC	-0.2095516	0.1565197	-1.34	0.181	-0.5163246	0.0972215	
REGIME	-1.176299	0.4351456	-2.70	0.007	-2.029169	-0.3234298	***
JOURS TELETRAVAIL	0.4623521	0.0732313	6.31	0.000	0.3188215	0.6058827	***
NBREVOITURE	0.2368241	0.133268	1.78	0.076	-0.0243765	0.4980246	*
VOITPROPRE	1.057369	0.2819366	3.75	0.000	0.5047833	1.609955	***
DISTANCE	0.0137856	0.0036806	3.75	0.000	0.0065717	0.0209994	***
PARKING	-0.0526881	0.2284692	-0.23	0.818	-0.5004795	0.3951034	
HORAIREFLEX	0.3339551	0.1589995	2.10	0.036	0.0223218	0.6455884	**
ABOTC	0.1651276	0.2547513	0.65	0.517	-0.3341759	0.6644311	
INTERVABOTC	0.0034717	0.1727852	0.02	0.984	-0.335181	0.3421244	
VOITSOC	-0.4333949	0.2844707	-1.52	0.128	-0.9909472	0.1241574	
_cons	-0.6813735	0.6406286	-1.06	0.288	-1.936982	0.5742354	

Note : résultats extraits de Stata (retransformés via Excel afin de pouvoir être intégrés dans un tableau). Les seuils de significativité sont définis comme suit : \*\*\* p<1%, \*\* p<5%, \* p<10%.