

Description et utilisation du modèle PLANET

Document rédigé dans le cadre des travaux préparatoires
au chiffrage des programmes électoraux 2019

Décembre 2018

Chiffrage des programmes électoraux 2019

La loi du 22 mai 2014 confie au Bureau fédéral du Plan la tâche du chiffrage des programmes électoraux présentés par les partis politiques en vue de l'élection pour la Chambre des représentants. Dans le cadre des travaux préparatoires au chiffrage des programmes électoraux pour les élections de mai 2019, le Bureau fédéral du Plan publie une série de documents techniques à l'attention des partis politiques, des médias et du public.

La coordination du projet est assurée par Jan Verschooten (jav@plan.be), Bart Hertveldt (bh@plan.be) et Igor Lebrun (il@plan.be).

Contributions

Cette publication a été rédigée par Coraline Daubresse (cd@plan.be), Bruno Hoornaert (bho@plan.be), Laurent Franckx (lf@plan.be), Benoît Laine (bl@plan.be) et Alex Van Steenbergen (avs@plan.be).

Reproduction autorisée, sauf à des fins commerciales, moyennant mention de la source.

Éditeur responsable : Philippe Donnay

Dépôt Légal : D/2018/7433/39

Abstract

Le présent working paper donne une description non technique du modèle PLANET et met l'accent sur l'analyse de mesures dans le secteur du transport. Le fonctionnement des différents modules sont présentés, tout comme les principaux effets sur le comportement, les dimensions du modèle et les variables de mesures politiques. Cette présentation aborde un certain nombre de spécificités qui pourraient être importantes pour le chiffrage des programmes électoraux, notamment le traitement des dépenses fiscales de transport au niveau des impôts directs et l'introduction d'une dimension géographique. Enfin, plusieurs scénarios de politique et leurs résultats sont présentés à titre d'illustration.

Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Le modèle PLANET	2
2.1. Brève description du modèle	2
2.1.1. Philosophie générale	2
2.1.2. Macroéconomie/démographie et génération de la demande de transport	4
2.1.3. Module de distribution	5
2.1.4. Choix modal et temporel	6
2.1.5. Module stock de voitures	9
3. Développements récents.....	10
3.1. Mesures au niveau des impôts directs et de la parafiscalité	10
3.2. La dimension géographique : choix de route et congestion locale	12
3.3. Nouvelles technologies des voitures particulières	15
4. Exemples de simulations de mesures.....	17
5. Ce que PLANET n'est pas	24
Bibliographie	25
Annexe : Coût monétaire et paramètres de politique dans PLANET	27

Liste des tableaux

Tableau 1	Motifs des déplacements des voyageurs dans PLANET	4
Tableau 2	Catégories de marchandises dans PLANET	5
Tableau 3	Élasticités de la demande et facteurs de diversion : passagers-kilomètres	8
Tableau 4	Élasticités de la demande pour le transport de marchandises	9
Tableau 5	Coûts monétaires, dépenses fiscales de transport et système de tiers payant	11
Tableau 6	Kilomètres parcourus en voiture et camionnettes à usage privé sur le territoire belge	12
Tableau 7	Coût marginal externe de congestion - voiture particulière	15
Tableau 8	Variation des parts de marché des différents types de motorisation sous l'effet de variations de prix (année de base).....	16
Tableau 9	Tarifs du scénario 'CONG'	20
Tableau 10	Exemples de mesures introduites dans PLANET : impact budgétaire, effets sur le trafic et effets sur le bien-être.....	21
Tableau 11	Comparaison des scénarios alternatifs avec péage de congestion	23
Tableau 12	Composantes du coût monétaire, variables de mesures politiques et leurs dimensions : transport de personnes.....	27

Tableau 13	Composantes du coût monétaire, variables de mesures politiques et leurs dimensions : transport de marchandises	28
------------	---	----

Liste des figures

Figure 1	Choix modal et temporel pour le transport de personnes : aperçu schématique	7
Figure 2	Choix modal et temporel pour le transport de marchandises : aperçu schématique	8
Figure 3	Autoroutes, routes à péage et zones géographiques	13
Figure 4	Choix de route : représentation schématique.....	14

1. Introduction

Dans le cadre de la loi du 22 mai 2014, le Bureau fédéral du Plan est notamment chargé de chiffrer l'impact des programmes électoraux des partis politiques sur la mobilité.

L'outil utilisé pour cet exercice est le modèle PLANET¹ dont l'objectif premier est d'élaborer les perspectives trisannuelles de la demande de transport en Belgique. PLANET permet également, grâce à la représentation détaillée des instruments politiques dans le secteur du transport et le choix endogène entre différents modes de transport, de procéder à des analyses de mesures politiques. Notons que le modèle a été quelque peu affiné pour les besoins de l'exercice de chiffrage.

Le premier chapitre donne une description non technique du fonctionnement du modèle. Il présente les différents modules, les dimensions du modèle et les principaux effets sur le comportement, ainsi que les paramètres de mesures politiques qui sont à la disposition de l'analyste.

Le deuxième chapitre décrit de manière détaillée quelques développements récents : le traitement des dépenses fiscales liées au transport (voitures-salaires, remboursement des frais de déplacement entre le domicile et le lieu de travail), le système de tiers payant de la SNCB, le choix de route et la différenciation géographique des fonctions de congestion ainsi que l'émergence de nouveaux carburants et motorisations.

Un troisième chapitre présente les résultats de quelques simulations de mesures politiques. Nous nous pencherons successivement sur la suppression du régime des voitures-salaires, la suppression de la taxe annuelle de circulation, l'introduction d'une redevance kilométrique pour les voitures différenciée selon la période et le lieu et l'augmentation des subsides opérationnels (qui se traduit par une baisse du prix des billets) pour les chemins de fer.

¹ Modèle national développé au sein du Bureau fédéral du PLAN qui modélise la relation entre l'Economie et le Transport.

2. Le modèle PLANET

Les paragraphes qui suivent donnent une description non technique du modèle PLANET. Ils examinent essentiellement la structure globale du modèle, les dimensions de quelques variables cruciales ainsi que les principaux mécanismes.

Nous renvoyons les lecteurs intéressés à quelques documents donnant une description plus détaillée de versions précédentes du modèle. Voyez à cet effet Desmet e.a. (2008), Gusbin e.a. (2010) et Mayeres e.a. (2010).

Comme indiqué ci-dessus, certains développements ont été réalisés pour les besoins de l'exercice de chiffrage, à savoir : (1) le traitement fiscal et parafiscal du remboursement des frais de déplacement entre le domicile et le lieu de travail et les voitures-salaires, (2) un choix de type de routes et une dimension géographique pour mieux appréhender la congestion locale et (3) le choix endogène de nouvelles motorisations dans le module parc automobile. En ce qui concerne le premier développement, l'on renvoie à Laine e.a. (2016). Les deux derniers développements seront exposés dans le détail dans des notes méthodologiques ultérieures afin de se limiter ici à une description non technique.

2.1. Brève description du modèle

L'objectif du modèle PLANET est de projeter la demande de transport en Belgique, aussi bien pour le transport de marchandises que pour le transport de personnes. La demande de transport, exprimée en tonnes-, et en passagers- ou véhicules-kilomètres², selon le mode de transport et la période, est déduite des évolutions futures des indicateurs démographiques (population selon l'âge, le statut socioéconomique...) et macro-économiques (production, emploi, valeur ajoutée...) et, des données sur les prix (coûts en temps³, prix des carburants, fiscalité...). Le modèle donne également un aperçu des coûts externes générés par le transport sous la forme de coûts environnementaux et de congestion.

La variation endogène de la demande de transport, en fonction des coûts monétaires et des coûts en temps dans le modèle, permet également de procéder à des analyses de mesures politiques. Cette caractéristique est approfondie et utilisée pour les besoins du chiffrage des programmes électoraux. Le tableau 11 repris en annexe donne un aperçu complet des variables de mesures politiques qui sont modélisées dans PLANET.

2.1.1. Philosophie générale

PLANET se base essentiellement sur les modèles de transport dits « en quatre étapes ». Un modèle à quatre étapes classique se compose de quatre grands modules :

² Un passager-kilomètre (pkm) est un kilomètre parcouru par un passager. Une tonne-kilomètre (tkm) est un kilomètre parcouru par une tonne. Un véhicule-kilomètre (vkm) est un kilomètre parcouru par un véhicule.

³ Le coût en temps inclut le temps en transit, le temps moyenne d'attente, de marche jusqu'à un arrêt, ... évalué avec des valeurs de temps standards.

- Un module de génération de la demande de transport ou de déplacements, où la demande de transport est déduite par zone géographique, généralement à l'aide d'indicateurs démographiques et macro-économiques. Les résultats obtenus sont les tonnages transportés et les déplacements de passagers par zone de départ.
- Un module de distribution des déplacements, où des déplacements et tonnages obtenus sont distribués entre les différentes destinations. Généralement, on fait appel à des modèles gravitaires où les flux de transport d'une zone de départ à une zone de destination s'expliquent par la taille relative des différentes zones et les coûts de transport entre les zones. Le résultat est une matrice origine-destination de déplacements/tonnes transportées entre zones.
- Un module de choix modal et temporel, où la matrice obtenue est répartie entre différentes périodes de déplacement et modes de transport sur la base des coûts « généralisés » c'est-à-dire la somme des coûts en temps et des coûts monétaires.
- Un module de répartition, où le trafic obtenu est réparti sur un réseau synthétique (généralement uniquement un réseau routier). À cet égard, on part du principe que le trafic se répartira entre les différentes routes possibles de manière telle qu'un conducteur individuel ne pourra réaliser un gain en changeant sa route. Ce module intègre les courbes de congestion cruciales qui déterminent, pour chaque route, la relation entre les vitesses et le flux du trafic. Ce module permet d'obtenir les coûts en temps qui contribuent à déterminer les choix dans les autres modules.

PLANET a été développé en s'inspirant largement de cette philosophie mais il s'en écarte sur un certain nombre de points.

Tout d'abord, PLANET n'a pas de module de répartition. Ce choix est notamment dicté par le niveau d'agrégation élevé des zones géographiques définies dans le modèle. Alors que de nombreux modèles à quatre étapes présentent un niveau de détail géographique très fin, PLANET est modélisé au niveau des arrondissements belges, au nombre de 44 (NUTS-3). Un réseau routier synthétique constitué de seulement 44x44 liaisons entre ces arrondissements n'a que peu de sens.

C'est pourquoi les versions antérieures du modèle n'intégraient qu'une seule fonction de congestion nationale qui remplaçait le réseau. En d'autres termes, on supposait une seule vitesse moyenne (par période) pour l'ensemble de la Belgique.

Comme expliqué ultérieurement, le territoire a, pour les besoins de l'exercice de chiffrage, été scindé en 5 zones géographiques et 3 types de route, avec leur propre fonction de congestion. Le choix endogène sur les types de route a été intégré dans le module choix modal et temporel.

Deuxièmement, PLANET comprend un module « stock de voitures » qui calcule un nombre souhaité de voitures personnelles sur la base du résultat du choix modal et qui le distribue entre un certain nombre de types de motorisation et de classes de voitures. Ce module permet d'obtenir des coûts monétaires moyens pour la voiture qui vont influencer le choix modal, ainsi que des valeurs d'émissions de polluants moyennes.

Les paragraphes suivants expliquent le fonctionnement des différents modules étape par étape.

2.1.2. Macroéconomie/démographie et génération de la demande de transport

Le module macroéconomique/démographique est le moteur de la projection de la demande de transport. Sur la base des perspectives socio-démographiques et macro-économiques élaborées par le Bureau fédéral du Plan, il génère, pour chaque arrondissement, une projection de la population (selon l'âge, le sexe et le statut socioéconomique) et de la production par branche d'activité et par produit. Il n'y a *pas* d'effet retour des changements dans le secteur du transport sur les variables macroéconomiques.

Ces données se traduisent, dans le module génération de la demande de transport, par une demande de transport par arrondissement de départ. Celle-ci comprend le nombre de déplacements pour le transport de personnes et le nombre de tonnes transportées pour le transport de marchandises. Pour le transport de personnes, on utilise à cet effet des trip rates (ou nombre de déplacements par jour par personne). En ce qui concerne le transport de marchandises, des hypothèses sont émises quant à l'évolution de la valeur par tonne transportée, afin de convertir la valeur de la production par branche en tonnes transportées par catégorie de marchandises. De plus, une distinction est opérée entre le transport intérieur, les exportations, les importations et le transit.

S'agissant du transport de personnes, le nombre de déplacements est généré selon six motifs. Le tableau 1 donne un aperçu de ces motifs et de la part de chaque motif dans le nombre total de déplacements en 2015.

Tableau 1 Motifs des déplacements des voyageurs dans PLANET

	En milliards de pkm par an (2015)	Part
Domicile-travail	40	27%
Domicile-école : scolaire	6	4%
Domicile-école : étudiants	5	3%
Déplacements professionnels	11	7%
Autres motifs - liés aux revenus	44	30%
Autres motifs - non liés aux revenus	44	30%
Total	149	

Citons comme exemples d'autres motifs liés aux revenus : faire du shopping, manger à l'extérieur, s'adonner à des loisirs. Parmi les motifs non liés aux revenus, citons les visites à des prestataires de services (banques...) ou à des membres de la famille, les promenades.

Il importe de souligner que le nombre de déplacements par personne dépend, dans une certaine mesure, des coûts généralisés du transport (pour tous les motifs autres que domicile-école) ainsi que du revenu pour les autres motifs liés aux revenus. On suppose ainsi qu'il y a substitution limitée des biens liés au transport par d'autres biens. Il en résulte que les entreprises peuvent adapter leurs méthodes de travail en raison de la hausse des coûts de transport, les employés opter pour le télétravail et les ménages ajuster leur propre budget (-temps).

Ce dernier effet est surtout important parce que les individus combinent fréquemment plusieurs déplacements dans une 'boucle' entière (p.e. faire ses courses après le travail, avant de retourner à la maison). PLANET, en tant que modèle basé sur des 'trips', ne modélise pas la formation de ces 'boucles' explicitement. Les trip-rates endogènes sont donc une manière de capter cet effet.

Les trip-rates ne sont donc pas totalement exogènes. Dans l'analyse de la politique de transport, le phénomène 'demande induite' revêt une grande importance. Pour l'évaluation des investissements en infrastructures et des subsides au transport public, on a constaté à plusieurs reprises que ces interventions non seulement redistribuent la demande de transport entre les différents modes, mais créent également une demande additionnelle. Le lien entre les coûts généralisés et les trip rates est une façon de modéliser cette demande induite.

Le tableau 2 donne un aperçu des 10 catégories de marchandises distinguées dans PLANET, et de leur part dans le nombre total de tonnes transportées en 2015. Pour le transit, aucune distinction n'est opérée selon la catégorie de marchandises.

Pour le transport de marchandises, il n'y a aucun lien entre les coûts de transport et la valeur par tonne transportée. La possibilité de modéliser la demande induite pour le transport de marchandises via cette méthode est donc limitée. Toutefois, il n'est pas à exclure que les entreprises exploitent la possibilité d'ajuster le trafic de marchandises dont elles ont besoin dans le processus de production. Ainsi, une entreprise peut par exemple investir dans une extension de la capacité de stockage pour réduire le transport de marchandises lorsque les coûts en temps augmentent.

Tableau 2 Catégories de marchandises dans PLANET

		En milliards de tkm par an (en Belgique - 2015)	Part
NST - 1	Produits de l'agriculture	12	4%
NST - 2	Houille, lignite ; pétrole brut et gaz naturel	6	2%
NST - 3	Minerais métalliques et autres produits d'extraction ; tourbe ; minerais d'uranium et de thorium	22	7%
NST - 4	Produits alimentaires, boissons et tabac	12	4%
NST - 7	Coke et produits pétroliers raffinés	38	12%
NST - 8	Produits chimiques et fibres synthétiques ; produits en caoutchouc ou en plastique ; produits des industries nucléaires	29	9%
NST - 9	Autres produits minéraux non métalliques	9	3%
NST - 10	Métaux de base ; produits du travail des métaux, sauf machines et matériels	26	8%
NST - 12	Matériel de transport	7	2%
NST - autre	Autres marchandises	11	3%
NST - 14/20	Containers, postes...	113	35%
NST - transit	Ensemble des produits, pour les marchandises en transit	39	12%
Total		323	

2.1.3. Module de distribution

Dans le module de distribution, le nombre de déplacements et de tonnes au départ des arrondissements pour une destination située en Belgique est affecté aux différents arrondissements de destination.

Pour le transport de marchandises, on utilise le modèle gravitaire qui se fonde sur la théorie du commerce international. Les flux de marchandises s'expliquent aussi bien par l'importance économique de l'arrondissement d'origine et de celui de destination (dans le sens positif) que par les coûts de transport entre les paires d'arrondissements (dans le sens négatif). L'ampleur de ces effets est estimée à l'aide de méthodes économétriques.

On utilise un modèle similaire pour les déplacements domicile-travail. Pour tous les autres motifs, on constate que la majeure partie du trafic ne sort pas de l'arrondissement de départ. La distribution entre arrondissements pour cette partie importante du trafic est effectuée selon des proportions fixes, tout comme pour le trafic international.

Dès que les déplacements de personnes et les tonnes sont distribués sur le territoire, nous connaissons également le nombre de kilomètres parcourus par paire d'arrondissements à répartir ensuite par mode de transport et par période à l'aide du module choix modal et temporel.

Notons que le module de distribution fournit un autre canal (limité) pour le trafic induit. En effet, lorsque les coûts généralisés de transport diminuent, le trafic est redistribué, de sorte que des trajets plus longs sont choisis. Le nombre total de kilomètres par déplacement moyen sera donc en hausse.

2.1.4. Choix modal et temporel

Ce module est véritablement le cœur du modèle pour l'analyse de mesures politiques. Dès que les matrices origine-destination sont connues, le nombre de kilomètres obtenu est distribué entre les différents modes de transport, périodes et types de routes/zone géographique à l'aide des coûts généralisés (coûts en temps et monétaires). Nous nous pencherons ici sur les modes de transport et les périodes de déplacement. Le choix du type de route et la délimitation géographique seront abordés ultérieurement.

L'annexe décrit les composantes des coûts monétaires, dont les variables de mesures politiques qui sont mises à la disposition de l'utilisateur. Pour la voiture, les coûts monétaires englobent aussi bien les coûts variables que les coûts fixes liés à son utilisation et son acquisition. Ce principe répond parfaitement à la philosophie à long terme du modèle : à court terme, la possession d'une voiture est un fait établi et les coûts fixes ont moins d'importance pour la détermination du choix modal.

Les coûts en temps se basent sur les estimations de la vitesse moyenne par trajet et sur une estimation de la valeur du temps. Cette dernière se fonde sur les études les plus récentes, aussi bien pour les personnes que pour les marchandises⁴.

PLANET distingue huit modes de transport⁵ et deux périodes pour le transport de personnes. Les deux périodes du modèle sont les heures de pointe et les heures creuses d'une journée moyenne. Les heures de pointe couvrent cinq heures d'une journée de travail⁶, tandis que la période creuse englobe toutes les autres heures d'une journée de travail ainsi que les week-ends dans leur totalité.

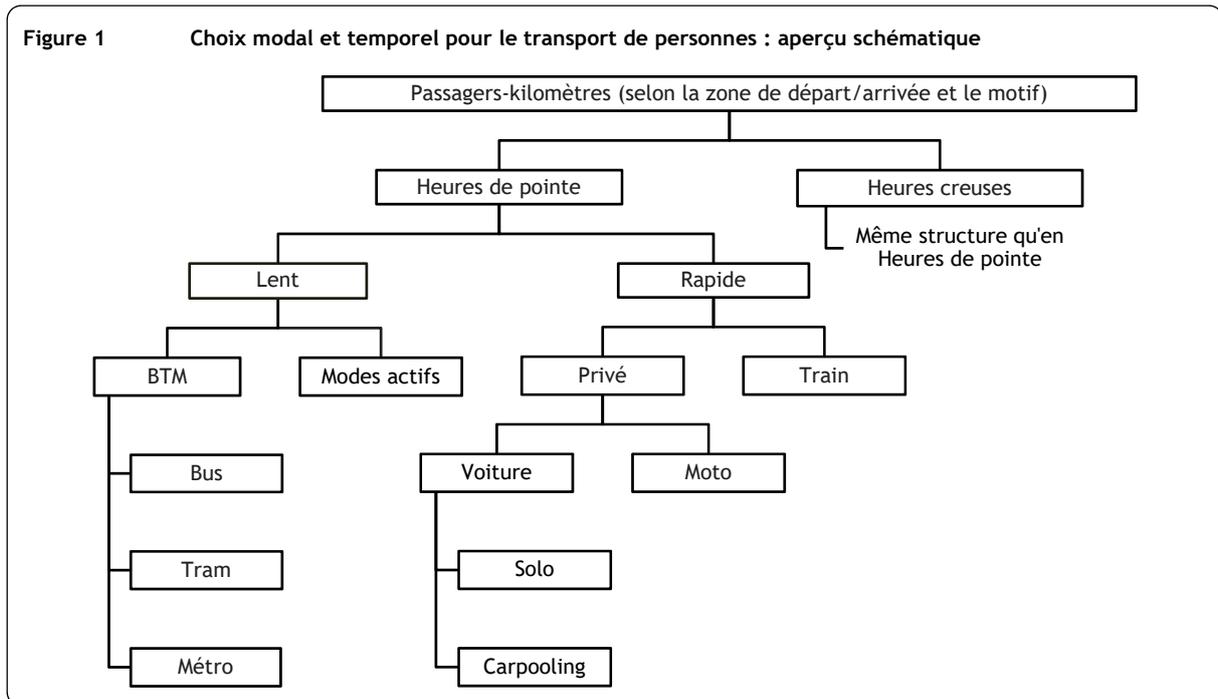
On suppose qu'un agent représentatif soupèsera les coûts relatifs de chaque mode de manière structurée et choisira ainsi son mode de transport de manière optimale. Le schéma ci-dessous montre la structure du choix modal et temporel dans le cas du transport de personnes.

⁴ Voir par exemple Wardman e.a. (2016)

⁵ Voiture en solo et voiture-carpooling, train, bus, tram, métro (BTM), moto et les modes actifs (pied/vélo).

⁶ Pour être plus précis : 7h00-9h00, 16h00-19h00 en semaine.

Figure 1 Choix modal et temporel pour le transport de personnes : aperçu schématique



La structure en arborescence implique un certain ordonnancement des différentes possibilités de choix : ainsi, on suppose que les conducteurs d'une voiture passeront plus rapidement au train en cas de hausse des coûts en temps en période de pointe (ou en cas de péage pour congestion). Le transport public local (BTM - Bus-Tram-Métro) est davantage un concurrent des modes actifs que du train et de la voiture. Le choix temporel se fait de manière moins flexible que le choix modal.

Outre l'établissement de cette structure en arborescence, la mesure dans laquelle cette substitution s'opère peut également être influencée par le choix raisonné de paramètres cruciaux par le modélisateur. Plutôt que d'estimer soi-même des élasticités, on essaie dans PLANET de se rapprocher autant que possible des élasticités⁷ et facteurs de diversion⁸ trouvés dans la littérature⁹.

L'impact des coûts sur la demande totale suit la confrontation de ces élasticités et les données alimentant PLANET. Cet impact est déterminé par les trip-rates endogènes du module de génération de transport et est surtout important pour les déplacements pour autres motifs, où la voiture est dominante.

Le tableau ci-dessous donne la variation en pourcentage de la demande en cas de hausse respectivement du prix du carburant, du prix d'un billet de train, du prix d'un ticket de bus, tram ou métro ou du coût de l'utilisation du vélo de l'ordre d'un pour cent.

⁷ L'élasticité-prix de la demande exprime la variation en pourcentage de la demande d'un bien suite à la variation du prix de 1 pour cent.

⁸ Des facteurs de diversion donnent la proportion de kilomètres divertée vers des autres modes (ou disparue) après un changement de la demande d'une mode. Dans tableau 3, après une hausse du prix de carburant, 16 % des kilomètres parcouru en voiture est diverté vers le rail, tandis que 66 % de la demande originale disparaît.

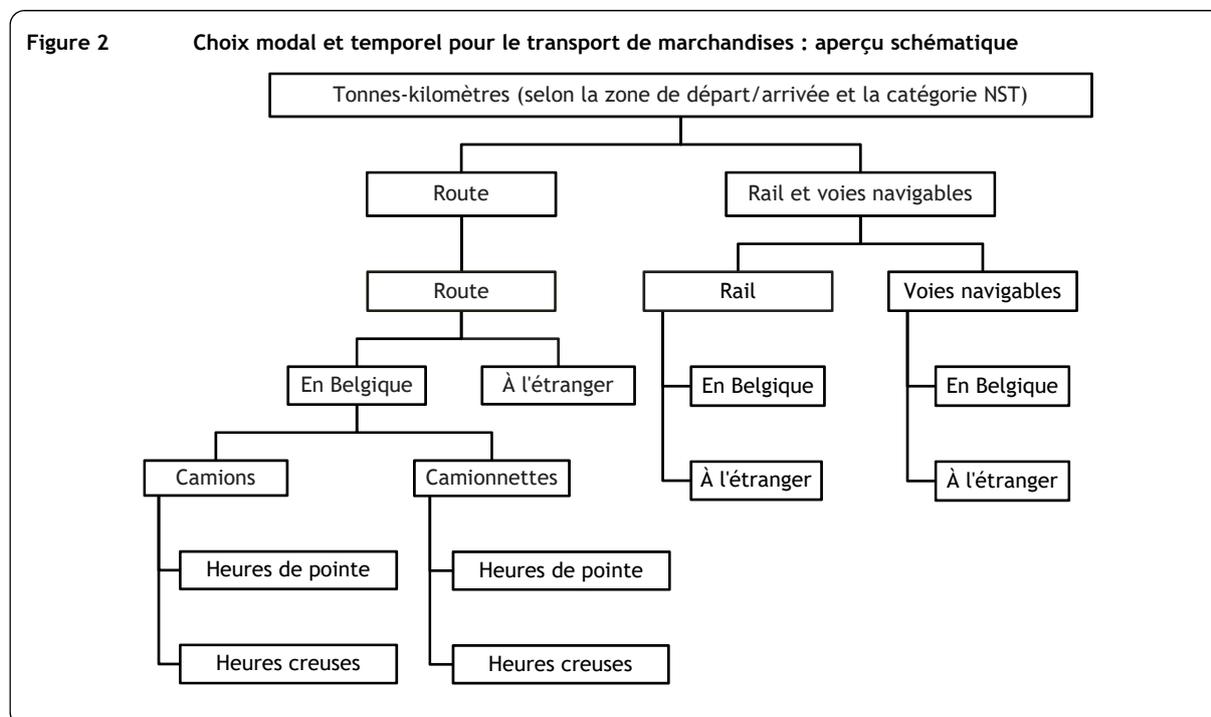
⁹ Voir par exemple Litman (2017), Wardman e.a. (2018) et Dunkerley e.a. (2018).

Tableau 3 Élasticités de la demande et facteurs de diversion : passagers-kilomètres

	Voiture	Train	BTM	À vélo/à pied	Demande totale
<i>Elasticités</i>					
Par rapport au prix de carburant	-0,13	0,24	0,17	0,17	-0,07
Par rapport aux coûts fixes	-0,38	0,67	0,58	0,52	-0,21
Prix d'un ticket BTM	0,01	0,01	-0,30	0,11	-0,00
Prix d'un billet de train	0,02	-0,27	0,01	0,01	-0,00
Coût monétaire d'utilisation du vélo	0,01	0,01	0,05	-0,52	-0,01
<i>Facteurs de diversion</i>					
Par rapport au prix de carburant		16%	9%	7%	66%
Par rapport aux coûts fixes		15%	9%	7%	67%
Prix d'un ticket BTM	50%	2%		25%	22%
Prix d'un billet de train	82%		3%	1%	13%
Coût monétaire d'utilisation du vélo	40%	2%	14%		44%

BTM = bus-tram-métro. Ce tableau montre les effets qui jouent dans le module de choix modal et temporel et les trip-rates endogènes. Notons que pour les déplacements domicile-travail un petit effet sur la demande totale existe dans le module de distribution.

La figure 2 montre la structure du choix modal et temporel pour le transport de marchandises. Le nombre de tonnes kilomètres par paire de zones est réparti entre quatre modes de transport (camions, camionnettes, rail, fluvial) et entre les mêmes périodes de temps de déplacement que pour le transport de personnes. Les transporteurs actifs à l'international ont également le choix (limité) de parcourir leur trajet sur le territoire de la Belgique ou à l'étranger. Une différence importante avec la structure pour le transport de personnes est le positionnement du choix temporel par rapport au choix modal. On part du principe que les transporteurs de marchandises sur route adaptent plus facilement leurs horaires que de passer à d'autres modes de transport. Le choix temporel est donc manifestement plus flexible pour les marchandises que pour le transport de personnes.



Le tableau ci-dessous montre l'impact sur la demande de transport de marchandises, pour chaque mode, d'une hausse du prix du carburant ou du coût monétaire du transport en train de l'ordre d'un pour cent.

Tableau 4 Élasticités de la demande pour le transport de marchandises

	Camions	Camionnettes	Train
Élasticité par rapport au prix du carburant - camions	-0,07	0,24	0,04
Élasticité par rapport au prix du carburant - camionnettes	0,01	-0,15	0,00
Élasticité par rapport au coût du transport en train	0,06	0,01	-0,53

2.1.5. Module stock de voitures

Dès que le nombre total de kilomètres parcourus avec les voitures est déterminé, on répartit le nombre de kilomètres parcourus entre les différents types et tailles de voitures. C'est la finalité du module stock de voitures.

On distingue les types de motorisation suivants : essence, diesel, hybrides classiques et rechargeables (aussi bien essence que diesel), GPL, GNC¹⁰ et voitures totalement électriques. On distingue également trois tailles de voiture, chaque classe correspondant à des facteurs d'émissions calculés à l'aide de la méthodologie COPERT¹¹.

Pour calculer la composition du parc automobile, on part du principe que la taille souhaitée du parc automobile est déterminée par le PIB. En utilisant une fonction dite de survie, on simule le nombre de voitures de chaque classe et de chaque année qui est retiré annuellement de la circulation. Le nombre de nouvelles voitures achetées chaque année est ainsi la différence entre la taille souhaitée du parc automobile et le parc automobile restant après ces sorties.

Enfin, il nous faut déterminer la composition de ces nouveaux achats. Pour ce faire, nous recourons à un modèle de choix discret, c'est-à-dire un modèle qui, sur la base des caractéristiques économiques (notamment les coûts fixes et variables) et techniques des voitures prises en compte, d'une part, et des caractéristiques socioéconomiques des ménages, d'autre part, calcule la probabilité qu'une voiture donnée soit achetée.

On dégage ainsi du module stock de voitures, les coûts monétaires moyens pour la voiture, qui sont utilisés dans le choix modal et temporel, ainsi que les facteurs d'émissions de polluants moyens par kilomètre parcouru.

Jusqu'il y a peu, la part des 'nouvelles' motorisations était supposée exogène et seules les parts des motorisations essence et diesel conventionnelles variaient sous l'effet des prix et des taxes. Les véhicules hybrides et électriques étaient supposés représenter un pourcentage fixe de ces deux motorisations. La section 3.3 étudiera l'endogénéisation des motorisations alternatives.

¹⁰ Gpl = gaz de pétrole liquifié, gnc = gaz naturel comprimé

¹¹ Voir <http://www.emisia.com/utilities/copert/>

3. Développements récents

Le modèle décrit plus haut a récemment été affiné en plusieurs points, notamment pour améliorer la capacité d'analyses de mesures politiques.

Un premier changement porte sur la modélisation de la politique de transport via les impôts directs, comme l'impôt des personnes physiques et les cotisations sociales. Un tel changement était nécessaire pour tenir compte du régime de la voiture-salaire, qui revêt une grande importance en Belgique, mais également du traitement fiscal des remboursements des frais de déplacement entre le domicile et le lieu de travail.

Un deuxième changement vise à améliorer la modélisation de la congestion. Il est clair qu'une fonction de congestion nationale unique n'est pas suffisante pour appréhender le caractère typiquement local du problème de congestion. C'est pourquoi il a été décidé de diviser le territoire national en un certain nombre de zones géographiques et de types de route.

Un troisième changement porte sur l'endogénéisation de l'achat de nouvelles motorisations dans le module stock de voitures. Il en résulte que la part de marché de ces nouvelles technologies dépendra, entre autres, des signaux de prix.

3.1. Mesures au niveau des impôts directs et de la parafiscalité

En Belgique, les mesures prises au niveau des impôts directs pour orienter la politique de transports revêtent une grande importance. Ainsi, Laine et Van Steenberghe (2017) ont chiffré qu'au niveau de l'impôt des personnes physiques, pas moins de 2 milliards d'euros de dépenses fiscales¹² sont liés au transport, surtout via le traitement fiscal des voitures-salaires, mais également via celui des remboursements des frais de déplacement entre le domicile et le lieu de travail par l'employeur.

Laine et Van Steenberghe (2016b) se sont efforcés de donner une image aussi complète que possible de la diversité des mesures qui existaient à ce moment concernant l'*impôt des personnes physiques*. Le modèle PLANET a également été adapté à cet effet. Les auteurs sont partis du principe que, pour chaque mode de transport, un nombre déterminé de kilomètres¹³ est parcouru par des personnes qui obtiennent sous une forme ou une autre un remboursement de leurs frais de déplacement entre leur domicile et leur lieu de travail (pour un aperçu, voyez le tableau 5). On suppose que ces personnes peuvent réaliser, dans une certaine mesure, des économies d'impôts en faisant payer une partie de leur salaire sous la forme de services de transport (kilomètres parcourus via différents modes de transport). L'ampleur de ces économies d'impôts dépend du taux d'imposition marginal et de la partie de la valeur du bien lié au

¹² On entend par dépense fiscale « Une moindre recette découlant d'encouragements fiscaux provenant d'une dérogation au système général d'un impôt déterminé en faveur de certains contribuables ou de certaines activités économiques, sociales, culturelles, etc. et qui pourrait être remplacée par une subvention directe » cfr. Conseil supérieur de Finances (2002).

¹³ Pour les détenteurs d'une voiture-salaire, cela représente 14 % de l'ensemble des kilomètres parcourus avec la voiture, chiffre cohérent par rapport aux 430 000 voitures-salaires en circulation en 2015. Les voitures-salaires sont relativement plus utilisées pour les déplacements domicile-travail que pour les autres motifs. Une estimation du nombre de kilomètres parcourus par les voitures-salaires par arrondissement a également été réalisée sur la base de May (2017). Au final, nous estimons la dépense fiscale à 2,2 milliards en 2015 (englobant l'impôt des personnes physiques et les cotisations sociales).

transport qui est exemptée d'impôts. Ces exemptions donnent lieu à un subside supplémentaire, autrement appelé 'dépende fiscale', par kilomètre parcouru.

La partie exemptée est modélisée sous la forme d'un pourcentage du coût monétaire par kilomètre.

Pour les besoins de l'exercice de chiffrage, la modélisation dans Laine et Van Steenberghe (2016b) a été étendue au traitement des services de transport dans la *parafiscalité* (cotisations personnelles et patronales). La plupart des remboursements pour les trajets domicile-lieu de travail sont exemptés de cotisations ONSS, même si l'employeur paie une cotisation de solidarité – fiscalement avantageuse – pour les voitures-salaires.

Les nouveaux régimes de budget mobilité et d'allocation de mobilité (mieux connue sous le nom de 'cash-for-car') n'ont pas encore été modélisés. Vu qu'ils n'ont été introduits que tout récemment, il s'agira d'examiner dans quelle mesure ils recueillent les faveurs des travailleurs. Les mesures adoptées au niveau de l'impôt des sociétés (modalités de déduction, etc.) n'ont pas non plus été intégrées dans le modèle.

Notons qu'à ce stade, les exemptions ont été modélisées au niveau du module choix modal/temporel. Cela signifie que nous partons d'une exemption moyenne par kilomètre et n'opérons donc aucune distinction selon le type de voiture (par ex. la différenciation de l'avantage de toute nature (ATN) actuel selon les émissions de CO₂).

L'intervention de l'État dans le cadre de la gratuité du transport ferroviaire domicile-travail de la SNCB est cependant incluse (ci-après dénommée "système tiers payant"). Dans ce système, 20 % du prix d'un billet est remboursé par l'État lorsque l'employeur prend les 80 % restants pour son compte. Ces 20 % ne sont pas une dépende fiscale mais une subvention directe.

Le tableau suivant donne, pour chaque mode de transport et modalité de remboursement, le subside par km en euros et en pour cent du coût monétaire dans l'année de base. Nous remarquons à cet égard que la part du vélo dans le nombre des kilomètres des modes actifs est estimée à 73 %.

Tableau 5 Coûts monétaires, dépenses fiscales de transport et système de tiers payant
En euros par pkm

	Coûts monétaires PLANET	Subside par kilomètre (impôts directs)	Subside par kilomètre (tiers payant)	En % du coût monétaire
Voiture - voiture personnelle sans remboursement	0,363	0,000	0,000	0,0%
Voiture - voiture personnelle avec remboursement	0,363	0,020	0,000	5,5%
Voiture - voiture-salaire	0,363	0,200	0,000	55,1%
Train - tiers payant	0,066	0,030	0,013	65,7%
Train - remboursement conventionnel	0,066	0,029	0,000	44,5%
BTM (Bruxelles)	0,092	0,053	0,000	57,1%
Moto	0,564	0,021	0,000	3,7%
Vélo	0,226	0,114	0,000	50,5%

BTM = bus-tram-méto.

3.2. La dimension géographique : choix de route et congestion locale

Une approche agrégée a été choisie pour le choix de route et la dimension géographique. Plutôt que de modéliser le choix de route sur un réseau détaillé, les routes sont agrégées en trois types : autoroutes, autres routes à péage¹⁴ et toutes les autres routes qui ne sont pas soumises à la redevance kilométrique actuellement prélevée sur les camions.

En Belgique, la congestion constitue certes un problème majeur, mais reste localisée autour de certaines zones géographiques qui ignorent les frontières administratives, voire institutionnelles. Pour cette raison, les trois types de route ont de nouveau été subdivisés en quatre zones ou agglomérations, et le reste de la Belgique.

Le tableau 6 résume les différentes combinaisons possibles. Pour ce qui concerne la Région de Bruxelles-Capitale, l'ensemble des routes sont soumises à la redevance kilométrique pour les poids lourds, et donc les autoroutes et autres routes à péage sont agrégées. Cette approche permet une différenciation des effets sur les vitesses pertinentes selon treize combinaisons différentes de types routes et zones.

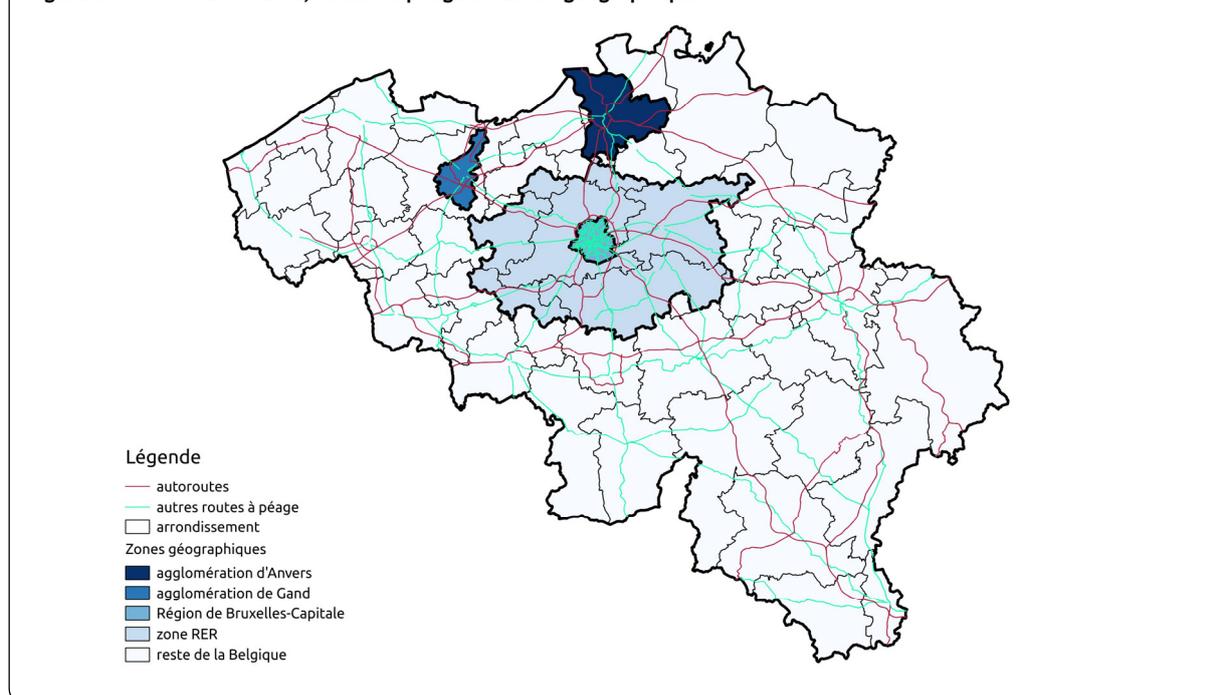
Tableau 6 Kilomètres parcourus en voiture et camionnettes à usage privé sur le territoire belge
En millions par an

	Autoroutes	Autres routes à péage	Autres routes
<i>Heures de pointe</i>			
Région de Bruxelles-Capitale		1386	
Zone RER	2854	7232	2975
Agglomération d'Anvers	735	125	620
Agglomération de Gand	336	52	285
Reste de la Belgique	6180	3229	8094
<i>Heures creuses</i>			
Région de Bruxelles-Capitale		2974	
Zone RER	7090	1641	5897
Agglomération d'Anvers	1648	315	1552
Agglomération de Gand	780	126	682
Reste de la Belgique	12934	7716	19591

La figure 3 montre les routes à péage et autoroutes existantes ainsi que les agglomérations choisies sur une carte administrative du pays.

¹⁴ Par route à péage, on entend ici toutes les routes où est prélevée la redevance kilométrique actuellement d'application aux poids lourds.

Figure 3 Autoroutes, routes à péage et zones géographiques



Le choix parmi les 13 couples types de route/zones est modélisé en ajoutant un troisième niveau au module de choix modal et temporel. Plus précisément, le kilométrage alloué au transport par route (voiture, camion et camionnette) est réparti sur le réseau agrégé, par paire d'arrondissements (et par période) en fonction d'un arbre de décision représenté dans la figure 4. Le choix entre les types de route est endogène et la répartition entre les agglomérations et le reste de la Belgique est supposée se faire selon des proportions prédéfinies.

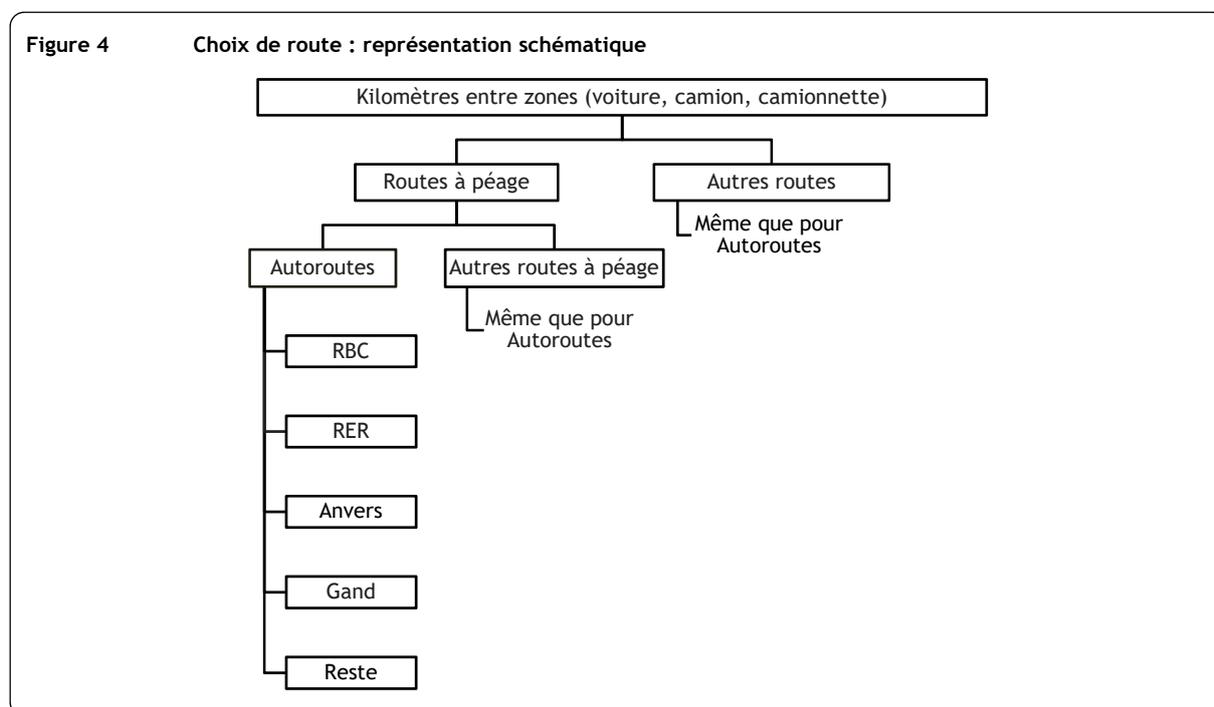
Cette modélisation implique que les conducteurs ont une flexibilité relativement grande dans le choix du type de route, mais sont moins en mesure de modifier la répartition de leur route entre délimitations géographiques. Cette approche suppose aussi que le nombre de kilomètres n'évolue *pas* à la suite d'un autre choix de type de route, ce qui est clairement une sous-estimation de la réalité. En réalité, lorsque les conducteurs changent de type de route en raison d'une hausse des coûts (par exemple pour éviter un embouteillage), le nombre de kilomètres parcourus va souvent changer.

Le développement technique sera décrit dans une publication ultérieure. Nous nous limitons ici à préciser que le jeu de données sous-jacent repose en grande partie sur les modèles de trafic de la Région flamande et de la Région de Bruxelles-Capitale¹⁵. Sont plus précisément tirées de ces modèles : la répartition du nombre de kilomètres parcourus par arrondissement sur les différents types de route et dans les différentes agglomérations, les vitesses moyennes et la sensibilité des vitesses en fonction de l'évolution du trafic.

La répartition du nombre de kilomètres parcourus par paire d'arrondissements parmi les types de route et les agglomérations se fonde sur des estimations initiales réalisées via OpenStreetMap et des analyses

¹⁵ Aucun modèle comparable n'est actuellement disponible pour la Région wallonne. Pour les besoins de cette publication, nous avons profité du fait que le réseau wallon est intégré, dans certaines limites, dans les modèles de trafic de la Flandre.

complémentaires succinctes fournies par la Région flamande. Cette estimation a été alignée sur les séries de données citées plus haut. La sensibilité des flux de trafic induite par la structure de choix représentée dans la figure 4 a été alignée autant que possible sur celle des modèles régionaux.



Le coût marginal externe de congestion (CMEC, soit la perte de temps, exprimée en euros, occasionnée par la présence d'un véhicule supplémentaire sur la route) est un concept central de l'analyse du problème de congestion en Belgique. Le tableau 7 présente les CMEC pour une voiture particulière¹⁶. Il a été décidé d'aligner autant que possible la sensibilité des vitesses aux flux de trafic sur les modèles de trafic régionaux.

Selon la théorie économique, une tarification correcte des coûts externes requiert l'introduction d'une taxe égale aux coûts marginaux externes. Notons que dans le cas des coûts de congestion, le coût marginal externe augmente avec le trafic routier. Cela signifie qu'à mesure que la demande *diminue* en raison de l'introduction d'une taxe, le coût externe baisse aussi. La taxe souhaitable d'un point de vue sociétal sera donc (sensiblement) inférieure aux valeurs données dans le tableau 7.

¹⁶ Le CEMC pour un camion, une moto ou une camionnette peut facilement être obtenu en multipliant les valeurs du tableau 7 par un facteur d'équivalence, par exemple 2 pour un camion, 1,5 pour une camionnette et 0,75 pour une moto.

Tableau 7 Coût marginal externe de congestion - voiture particulière
En euros par vkm

	Autoroutes	Autres routes à péage	Autres routes
<i>Heures de pointe</i>			
Région de Bruxelles-Capitale		0,77	
Zone RER	0,76	0,22	0,15
Agglomération d'Anvers	0,44	0,16	0,26
Agglomération de Gand	0,12	0,06	0,09
Reste de la Belgique	0,04	0,03	0,03
<i>Heures creuses</i>			
Région de Bruxelles-Capitale		0,42	
Zone RER	0,07	0,03	0,03
Agglomération d'Anvers	0,17	0,07	0,11
Agglomération de Gand	0,04	0,02	0,04
Reste de la Belgique	0,02	0,01	0,02

Contrairement à la congestion routière, la congestion propre aux transports publics n'a pas été modélisée. Cela signifie que les prix (tant le coût monétaire que le coût en temps) des transports publics ne dépendront pas de la demande. Dans les faits, il est possible qu'une demande supplémentaire sur certains goulets d'étranglement (par exemple sur le réseau ferroviaire bruxellois, aux heures de pointe pour les transports publics locaux) entraîne des retards, une saturation qui réduit le confort des utilisateurs, etc. D'autre part, certains gains dus à l'échelle et la densité, par exemple un temps d'attente plus court lorsque la fréquence augmente, ne jouent pas non plus.

Les transports publics (les bus et trams) qui partagent la route avec le trafic privé sont soumis à la congestion routière. Seule une certaine proportion, égale à la part du trafic circulant en site propre, ne risque pas d'être congestionnée.

3.3. Nouvelles technologies des voitures particulières

Dans les exercices prospectifs précédents, l'évolution des motorisations non conventionnelles (telles que les véhicules hybrides et électriques) était traitée de manière exogène dans le module stock de voitures. En conséquence, la part de ces motorisations dans le modèle évoluait indépendamment des variables de prix. Cela s'explique par le fait que la modélisation du choix en faveur des différentes alternatives qui ne sont pas encore bien implantées sur le marché comporte des difficultés intrinsèques. Il n'est pas évident non plus de lier la percée de nouvelles technologies à des variables de prix courants.

Le modèle du parc de véhicules a néanmoins été adapté sur la base des connaissances les plus récentes dans le domaine pour que la part de marché des motorisations alternatives évolue sous l'influence des prix, des taxes et des subsides. Le tableau ci-dessous montre l'évolution des parts de marché des différents types de motorisation dans les achats de voitures neuves sous l'effet de variations de prix.

Tableau 8 Variation des parts de marché des différents types de motorisation sous l'effet de variations de prix (année de base)

	Part de marché 2024	Prix électricité -50%	Prix essence +20%	Prix achat voiture essence +20%	Prix achat voitures électriques -10%
Diesel	37,0%	-0,3%	+2,3%	+2,6%	-0,6%
Essence	31,3%	-0,2%	-1,9%	-4,5%	-0,5%
Essence-Hybride CS	16,5%	-0,1%	-0,2%	+1,2%	-0,6%
Diesel-Hybride CS	1,8%	-0,0%	+0,1%	+0,1%	-0,0%
Essence Plug-In	9,1%	+0,3%	-0,5%	+0,7%	-0,1%
Diesel Plug-In	1,8%	+0,1%	+0,1%	+0,1%	-0,0%
Électrique	1,2%	+0,3%	+0,1%	+0,1%	+1,6%
GNC	1,3%	-0,0%	+0,1%	+0,1%	-0,0%

4. Exemples de simulations de mesures

Nous présentons ici les résultats de plusieurs simulations de mesures, réalisées à titre d'illustration. Nous présentons également les indicateurs qui seront utilisés dans l'exercice de chiffrage.

Les mesures choisies entrent toutes en vigueur en 2020 et leur impact est calculé à l'échéance de la prochaine législature (2024).

Les indicateurs choisis représentent un mélange d'effets sur les finances publiques, d'effets sur le trafic et d'effets sur le bien-être exprimés en termes monétaires.

Pour chaque mesure, nous présentons d'abord les effets sur les finances publiques. Nous précisons les recettes ou dépenses supplémentaires associées *ex post* à la mesure, c'est-à-dire après prise en compte de tous les effets de comportement dans le modèle. Il s'agit d'un chiffre global, qui inclut les effets sur tous les autres taxes¹⁷ et subsides liés au transport qui sont introduits dans PLANET.

Une hausse générale des accises, par exemple, entraînera une baisse de la demande de voitures, une diminution du kilométrage parcouru et une utilisation accrue des transports publics. Les recettes d'accises seront donc inférieures à ce qu'un simple calcul basé sur les recettes d'accises dans le scénario de référence pourrait suggérer. En outre, les recettes provenant de la taxe de circulation seront plus faibles et davantage de subsides seront nécessaires pour les transports publics. Par ailleurs, le nombre de voitures-salaires diminuera, ce qui aura un effet positif sur les recettes publiques.

Les effets de second ordre qui peuvent jouer dans le reste de l'économie ne sont *pas* pris en compte : l'évolution du schéma de consommation, les variations de la demande totale, etc. Les effets de l'utilisation des ressources (ou des économies) en dehors du modèle ne sont pas non plus présentés.

En ce qui concerne les effets sur le trafic, nous avons choisi de ne présenter que quelques indicateurs : l'impact sur le nombre de passagers-kilomètres parcourus en voiture et en transports publics et les tonnes-kilomètres parcourus en transport routier. L'évolution de la vitesse moyenne sur les routes à péage, aux heures de pointe, dans les agglomérations est également présentée.

Par ailleurs, on donne aussi les gains ou les pertes de bien-être en termes monétaires. Nous distinguons le coût environnemental, le coût en temps et les avantages/pertes économiques liés à une variation de la demande de transport.

¹⁷ La TVA sur la vente de véhicules et les carburants n'a pas été prise en compte. En dépit de taux réduits applicables au secteur des transports, la TVA demeure une taxe générale sur la consommation. Par exemple, si nous n'incluons que les pertes de recettes liées au transport de marchandises, nous surestimons la perte de recettes de TVA totale étant donné qu'une substitution au profit d'autres biens interviendra certainement.

Sur le plan conceptuel, le coût environnemental est le plus facile à comprendre. Il s'agit ici simplement des profits ou pertes associés à une diminution ou une augmentation de la pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre¹⁸.

Par contre, le coût en temps mérite quelques explications. En cas de baisse du trafic, par exemple sous l'effet d'une taxe, nous prenons le temps gagné par les transporteurs et passagers qui demeurent usagers de la route après introduction de la mesure. Lorsque le trafic augmente, par exemple suite à l'octroi d'un subside, nous prenons la perte de temps subie par les usagers par rapport à la situation avant introduction de la mesure.

Par coûts et bénéfices économiques, nous entendons la valorisation de la demande supplémentaire générée ou les pertes de ceux qui sont écartés du marché du transport suite à l'introduction d'une mesure¹⁹.

Si une nouvelle taxe est introduite, certaines personnes seront contraintes de réduire leur demande. Leur perte consiste en l'utilité qu'elles tiraient de la consommation de ces biens. Nous supposons que cette perte ne peut pas être compensée par une réinjection des recettes fiscales, lesquelles permettent seulement de compenser, en théorie, les usagers résiduels qui paient la taxe. Il s'agit donc d'une perte économique évidente due à une distorsion de la demande.

Dans le cas d'un subside, il s'agit de la propension à payer de ceux qui, sous l'effet du subside, consommeront plus du bien subsidié qu'ils ne le feraient en l'absence de la mesure. Cette disposition à payer sera généralement inférieure au coût budgétaire du subside. Nous supposons intuitivement que les individus préfèrent recevoir un revenu qui peut être dépensé librement plutôt que d'être orientés dans une certaine direction par l'octroi d'un subside. Il s'agit de la 'surconsommation' qui était exposée dans Laine et Van Steenberg (2016a).

Dans un modèle où la demande économique totale est généralement exogène, ces pertes ou profits économiques seront plutôt faibles. Il existe pourtant d'importants mécanismes de rétroaction entre la demande et les coûts comme pour les déplacements pour d'autres motifs (l'essentiel des déplacements de personnes) et pour le transport de marchandises en transit.

Pour chacun des scénarios, nous exprimerons le gain ou la perte total(e) de bien-être (la somme des coûts environnementaux, des coûts en temps et les gains économiques) en pourcentage de l'impact budgétaire. Cela donnera une indication du rendement des mesures.

¹⁸ PLANET distingue trois gaz à effet de serre (CO₂, CH₄ et N₂O) et quatre polluants locaux (NO_x, SO₂, particules fines et composés organiques volatils). Tous sont valorisés sur la base d'estimations standard du coût par tonne. Pour les polluants locaux, il convient de mentionner qu'il s'agit de valeurs moyennes *nationales* de valorisation et de coefficients d'émission. La valorisation des polluants locaux est basée sur Delhaye e.a. (2017). Pour les équivalents CO₂, nous nous sommes basés sur le scénario central de Nordhaus (2017), ce qui donne une valeur de 28,3 euros par tonne en 2015.

¹⁹ Techniquement, il s'agit de la perte (deadweight loss) de prélèvements et subsides qui est abordée ici au moyen de triangles de Harberger. Ceux-ci sont définis comme la moitié du produit de l'augmentation de prix (ou dans le cas d'un subside : la baisse de prix) et de l'évolution de la demande.

Dans le cas d'une redevance kilométrique (ou d'un péage de zone, ou encore d'un péage de cordon, etc.), l'analyse coûts-bénéfices doit inclure les coûts d'installation et les coûts récurrents d'exploitation et d'administration. Néanmoins, ces coûts dépendent fortement du choix spécifique du système²⁰ et de l'évolution technologique attendue, ce qui sort du champ du présent exercice. La taille de la base imposable est également importante : plus le nombre de kilomètres concerné par le prélèvement est élevé, plus le rapport coûts-bénéfices sera probablement élevé. Partant d'une étude néerlandaise (Hilbers e.a., 2015), nous concluons que les coûts annuels peuvent varier de 90 % à 5 % seulement des recettes brutes, selon le système choisi et la hauteur du prélèvement.

Pour une redevance prélevée sur l'ensemble du territoire, nous supposons un coût de 20 %, contre 35 % pour une redevance perçue dans les agglomérations seulement. Ces pourcentages correspondent respectivement à la redevance kilométrique pour poids lourds en Allemagne et au péage de congestion prélevé à Stockholm (SRF consulting, 2010). Ces montants (assez larges) sont donnés à titre d'information.

Le tableau 10 présente les résultats de plusieurs simulations.

Un premier scénario ('FIXTAX') supprime la taxe annuelle de circulation dans toutes les Régions.

Un deuxième scénario ('COCA') supprime le régime de la voiture-salaire en portant l'avantage de toute nature (ATN) à la valeur réelle d'une voiture-salaire, en prélevant des cotisations personnelles sur l'ATN et en l'alignant la cotisation de solidarité aux cotisations patronales normales. Les personnes concernées retombent alors sur le régime habituel de remboursement des déplacements domicile-lieu travail qui prévoit une immunisation fiscale allant jusqu'à 380 euros par an. Les kilomètres parcourus dans le cadre de déplacements professionnels restent exonérés.

Un troisième scénario ('CONG') introduit une redevance kilométrique différenciée dans l'espace et temps pour les voitures particulières, les camionnettes et les camions, à l'heure de pointe. Les tarifs sont présentés dans le tableau ci-dessous.

²⁰ Il est à noter que chaque système dans le modèle sera exprimé sous la forme d'une redevance par kilomètre.

Tableau 9 Tarifs du scénario 'CONG'
En euros par vkm

	Autoroutes	Autres routes à péage	Autres routes
<i>Voitures particulières</i>			
RBC		0,15	0,00
Zone RER	0,11	0,11	0,00
Anvers	0,11	0,11	0,00
Gand	0,11	0,11	0,00
Reste de la Belgique	0,00	0,00	0,00
<i>Camions</i>			
RBC		0,25	0,00
Zone RER	0,22	0,22	0,00
Anvers	0,22	0,22	0,00
Gand	0,22	0,22	0,00
Reste de la Belgique	0,11	0,11	0,00
<i>Camionnettes</i>			
RBC		0,15	0,00
Zone RER	0,11	0,11	0,00
Anvers	0,11	0,11	0,00
Gand	0,11	0,11	0,00
Reste de la Belgique	0,00	0,00	0,00

Dans un quatrième scénario ('ROADPRICE'), une redevance kilométrique est introduite pour les voitures particulières et les camionnettes sur la même base imposable que pour les poids lourds. Contrairement au scénario précédent, il n'y a pas de différenciation selon le temps. Le tarif pour les camionnettes et les voitures est environnement 2 cents par véhicule-kilomètre.

Un cinquième scénario ('SUBRAIL') prévoit une augmentation des subsides de fonctionnement de la SNCB correspondant à 10 % du prix d'un billet.

Enfin, dans le sixième scénario ('BIKE'), l'exonération de l'indemnité vélo est supprimée et cette dernière est soumise aux cotisations sociales.

Tableau 10 Exemples de mesures introduites dans PLANET : impact budgétaire, effets sur le trafic et effets sur le bien-être

	Niveau 2024	FIXTAX	COCA	CONG	ROADPRICE	SUBRAIL	BIKE
Effets budgétaires (en millions d'euros)		-1434,2	+1927,9	+586,9	+745,2	-235,1	+45,7
Effets sur le trafic et l'environnement (%)							
<i>Passagers-kilomètres, voiture</i>	131,0 mia	+2,4%	-3,6%	-0,7%	-1,3%	-0,4%	+0,1%
<i>Passagers-kilomètres, transports publics</i>	20,2 mia	-2,5%	+6,7%	+1,9%	+1,8%	+3,7%	+0,2%
<i>Tonnes-km, marchandises (route)</i>	71,1 mia	-0,1%	+0,2%	-0,0%	+0,1%	+0,0%	-0,0%
<i>Passagers-kilomètres, modes actifs</i>	6,7 mia	-2,7%	+3,7%	-0,1%	+0,7%	-0,3%	-1,9%
<i>Vitesse en heure de pointe, sur les routes à péage en agglomération</i>	32 km/h	-1,0%	+2,5%	+16,6%	+2,1%	+1,1%	-0,1%
<i>Émissions de CO₂</i>	29479 ktonne	+2,0%	-2,7%	-1,0%	-1,1%	-0,3%	+0,1%
<i>Émissions de NOx</i>	48 ktonne	+1,8%	-2,7%	-0,9%	-1,2%	-0,3%	+0,1%
<i>Émissions de PM2.5</i>	4 ktonne	+1,3%	-1,8%	-0,8%	-0,9%	+0,4%	+0,1%
Effets sur le bien-être (en millions d'euros)							
<i>Gain de temps pour les passagers</i>		-104,6	+217,1	+378,2	+73,2	+45,7	-12,0
<i>Gain de temps pour les marchandises</i>		-46,9	+83,6	+89,3	+58,9	+10,1	-4,4
<i>Bénéfices d'une utilisation supplémentaire</i>		+9,6	+25,8	-0,4	-4,0	-0,5	+0,0
<i>Bénéfices pour l'environnement</i>		-57,7	+83,6	+29,6	+35,4	0,2	-4,2
Rendement		-13,9%	+21,3%	+84,6%	+21,9%	+24,0%	-45,1%
Coût d'investissement et d'exploitation - système de péage (indicatif)				-228,6	-169,9		
Rendement net (indicatif)				+45,6%	-0,9%		

Les effets des différentes mesures sur la répartition modale sont conformes aux attentes. Étonnamment, le péage de congestion a un impact légèrement négatif sur les modes actifs. Cela s'explique par le fait que les transports publics locaux – le principal concurrent des modes actifs – deviennent plus intéressants dans les grandes villes compte tenu d'une plus grande fluidité du trafic.

Les effets sur les vitesses moyennes aux heures de pointe dans les zones congestionnées sont évidemment fonction de l'orientation de la mesure en question. La suppression de la taxe annuelle de circulation favorise les déplacements en voiture sur l'ensemble du territoire et n'a qu'un effet limité sur les vitesses dans les zones de congestion.

La suppression du régime de voiture-salaire a comparativement un impact un peu plus marqué, étant donné que les déplacements domicile-lieu de travail réalisés avec la voiture sont plus touchés que les déplacements pour d'autres motifs. Les navetteurs sont proportionnellement davantage présents sur la route en heure de pointe.

Les subsides supplémentaires au transport ferroviaire aussi ont un impact relativement élevé sur les vitesses moyennes. D'une part, parce que le train peut facilement se substituer à la voiture, mais aussi parce qu'il est largement utilisé par les navetteurs.

La redevance prélevée sur les voitures particulières et les camionnettes sur les routes à péage ('ROADPRICE') a des effets plus marqués étant donné le ciblage spatial plus étroit de la mesure.

Une redevance kilométrique ciblée, différenciée selon la période et le lieu de déplacement, aura évidemment le plus d'impact sur la congestion structurelle : une redevance prélevée sur la base des tarifs

mentionnés dans le tableau 9 et rapportant près de 600 millions, fait augmenter de près de 17 % la vitesse aux heures de pointe autour des agglomérations.

L'analyse du bien-être permet d'appréhender l'ensemble des effets sur l'environnement, la congestion et le bien-être économique. De manière générale, les gains en temps de déplacement, autrement dit les effets sur les coûts en temps moyens des usagers de la route, sont les plus importants. Ce constat n'a rien d'étonnant : les coûts de congestion externes constituent proportionnellement une part importante des coûts externes totaux des transports. De plus, les effets sur le bien-être économique restent limités étant donné qu'une part importante de la demande totale – surtout dans le transport de marchandises – est supposée être exogène.

Lorsqu'on traduit ces effets exprimés en unités monétaires en pourcentage de l'impact budgétaire, on obtient un indicateur du rendement (le 'bang for the buck') des différentes mesures. Celui-ci est conforme aux intuitions : c'est la suppression de la taxe de circulation qui a le moins d'impact par euro et la redevance kilométrique différenciée qui en a le plus. Dans ce dernier cas, le gain en temps est si important qu'il approche l'impact budgétaire : pour chaque euro de recettes, la société gagne près de 85 cents. Ce gain brut est tel qu'il dépasse de loin une estimation raisonnablement élevée du coût d'exploitation annuel. Pour une redevance prélevée sur les autoroutes et routes à péage, le gain est sensiblement plus faible si bien que le signe du rendement net dépend fortement des hypothèses retenues.

L'indemnité vélo a un rendement élevé en dépit de son impact budgétaire limité : sa suppression rapporterait à la société un gain de 45 cents par euro. Parmi toutes les mesures envisagées, c'est celle qui a l'impact environnemental le plus marqué : 9 cents par euro.

L'impact environnemental des subventions aux chemins de fer semble surprenant, à première vue, et mérite quelques explications. Le signe négatif s'explique par l'augmentation des émissions de particules fines, conjuguée aux émissions non brûlées des trains. Cela compense – vu notre choix de coût par tonne de CO₂ et la pollution locale – la baisse modérée des émissions de gaz à effet de serre et de NO_x. Bien que le choix spécifique de valeurs cruciales soit très important ici, on constate toujours qu'une subvention aux chemins de fer crée aussi une demande induite, de sorte que l'impact environnemental est nécessairement limité.

Précisons que nous montrons ici l'impact de mesures *individuelles*. Lorsque ces mesures sont mises en œuvre dans le cadre d'un *paquet*, les effets de ce paquet ne représentent pas nécessairement la somme des effets des mesures qui le composent.

Sans vouloir être exhaustifs, nous examinons ci-dessous deux interactions importantes possibles.

Le rendement des subsides alloués au transport public (tableau 10) s'applique à une situation où il n'y a pas de redevance kilométrique différenciée. Les subsides au rail font office de solution indirecte. Lorsqu'une redevance différenciée sera introduite, le rendement des subsides diminuera rapidement. Chaque gain de temps d'un euro consécutif à une nouvelle baisse du nombre de conducteurs s'accompagnera de pertes plus importantes de recettes fiscales.

L'existence d'un régime généreux de voitures-salaires nuit à l'efficacité de la redevance kilométrique. Pour obtenir un effet équivalent sur la vitesse moyenne, le tarif de la redevance kilométrique devra être sensiblement relevé par rapport à une situation de subventionnement nul. Cette augmentation sera d'autant plus élevée que les conducteurs de voiture-salaire récupèrent (en partie) la redevance kilométrique, une hypothèse implicite du modèle²¹.

Nous illustrons la deuxième interaction au moyen d'un exemple. Imaginez que les pouvoirs publics souhaitent générer, avec un péage de congestion alternatif, le même gain en temps que dans le scénario 'CONG' du tableau 10. La seule différence est que les remboursements du péage alternatif par les employeurs de conducteurs de voitures-salaires (et d'autres automobilistes) ne sont pas exonérés d'impôt sur les personnes physiques. Dans ce cas, le tarif du péage de congestion peut être baissé de 11 % (tableau 11). Les recettes budgétaires sont étonnamment presque égaux : le péage de congestion ne donne actuellement lieu à aucune dépense fiscale supplémentaire sous la forme de remboursements exonérés de la redevance kilométrique.

Tableau 11 Comparaison des scénarios alternatifs avec péage de congestion

	Avec exonération des remboursements	Sans exonération des remboursements	Écart
Tarif moyen	11,1 cents/vkm	9,8 cents/vkm	-11%
Effets budgétaires	586,9 mln d'euros	577,4 mln d'euros	-2%
Gains de temps de voyage	467 mln d'euros	467 mln d'euros	

²¹ Cette hypothèse est justifiée par l'expérience suédoise. La redevance kilométrique prélevée à Göteborg et Stockholm sur les voitures-salaires est fréquemment remboursée par l'employeur. Si ce remboursement fait l'objet d'un traitement fiscal favorable, l'impact d'une redevance kilométrique est fortement diminué. Voir West et Börjesson (2018). Dans l'intervalle, le législateur suédois a décidé de rendre pleinement imposables les remboursements du péage de congestion par l'employeur. Cette option est possible dans PLANET, tant pour les conducteurs de voiture-salaire que pour les autres navetteurs.

5. Ce que PLANET n'est pas

PLANET est un modèle flexible qui permet de clarifier les choix les plus importants à opérer en matière de politique des transports en Belgique. Il convient toutefois de rappeler les limites actuelles du modèle.

Premièrement, le lien entre l'économie et le secteur des transports dans PLANET est unidirectionnel. Il n'y a pas de rétroaction des résultats du secteur des transports sur l'économie. Or, on pourrait s'attendre à ce que les coûts en temps, surtout, aient un impact sensible sur l'économie. Dans le transport de marchandises, les coûts en temps font partie intégrante du coût de production, lequel est répercuté ou non sur l'utilisateur final. Pour les navetteurs, les coûts en temps sont une réalité quotidienne et représentent donc une composante importante des revenus nets de leur travail. Des effets sont attendus tant sur le marché des produits que sur le marché du travail, mais aussi sur le marché immobilier, entre autres. Bien que la valeur du temps calculée par le modèle s'appuie en définitive sur les résultats de ces marchés (par exemple, pour le transport de marchandises, les coûts en temps sont liés au salaire des transporteurs), le modèle ne nous éclaire pas sur l'impact des mesures sur des variables comme l'emploi et le PIB.

Deuxièmement, les mesures sont partielles puisqu'elles sont ciblées sur le secteur des transports. L'impact d'une hausse des accises sur le concept limité et partiel de bien-être peut être donné, mais pas les effets de l'utilisation de ressources supplémentaires, sauf si elles demeurent dans le secteur des transports. Pour établir un lien avec par exemple les cotisations sociales et d'autres charges sur le travail ou le patrimoine, un modèle macroéconomique plus large est nécessaire.

Le modèle d'équilibre général décrit dans Mayeres e.a. (2011) permet de remédier quelque peu à ces deux premières limites.

Troisièmement, la politique fiscale est l'outil qui permet non seulement d'internaliser les coûts externes de manière efficace, mais aussi de partager les charges entre les différents types de ménages ou d'individus. La dimension 'revenu' revêt ici une importance particulière. PLANET ne prévoit pas de ventilation selon cette dimension et ne peut donc donner une idée de la répartition des différentes taxes et subventions, ni de la répartition des coûts externes selon les revenus.

Quatrièmement, PLANET ne peut simuler que de manière restreinte les politiques locales. Les mesures fiscales se limitent aux arrondissements et zones de congestion locales, telles que décrites dans le tableau 6. Les voies et liaisons individuelles ne sont pas modélisées si bien que l'impact de la liaison Oosterweel, du plan de circulation gantois et du rétrécissement de l'E40 à Bruxelles ne peut pas être calculé. Les modèles de trafic des Régions restent les instruments appropriés pour ce faire.

Bibliographie

- Conseil Supérieur de Finances (2002), *'Avis sur les déductions à l'impôt des personnes physiques'*.
- Delhaye, E., De Ceuster, G., Vanhove, F. en S. Maerivoet (2017), *'De Internalisering van Externe Kosten in Vlaanderen: actualisering 2016'*, TMLeuven.
- Desmet, R., Hertveldt, B., Mayeres, I., Mistiaen, P. et S. Sissoko (2008), *'The PLANET Model: Methodological Report'*, Working Paper 10-08, Bureau fédéral du Plan.
- Dunkerley, F., Wardman, M., Rohr, C. and N. Fearnley (2018), *'Bus Fare and Journey Time Elasticities and Diversion Factors for all Modes'*, RAND Corporation.
- Gusbin, D., Hoornaert, B., Mayeres, I. et M. Nautet (2010), *'The PLANET Model Methodological Report: Modelling of Short Sea Shipping and Bus-Tram-Metro'*, Working Paper 19-10, Bureau fédéral du Plan.
- Hilbers, H., van Meerkerk, J., Verrrips, A., Weijsschede, W. en P. Zwaneveld (2015), *'Maatschappelijke Kosten en Baten Prijsbeleid Personenauto's'*, CPB/PBL Achtergronddocument.
- Jacobs, B. et R. De Mooij (2015), *'Pigou meets Mirrlees: On the Irrelevance of Tax Distortions for the Second-Best Pigouvian Tax'*, Journal of Environmental Economics and Management 71, pp 90-108.
- May, N. (2017), *'L'épineuse question du nombre de voitures de société en Belgique'*, Brussels Studies factsheet 113.
- Mayeres, I., Nautet, M. et A. Van Steenberghe (2010), *'The PLANET Model Methodological Report: The Car Stock Module'*, Working Paper 2-10, Bureau fédéral du Plan.
- Mayeres, I., Vandresse, M. et A. Van Steenberghe (2011), *'A Computable General Equilibrium Model with a Special Focus on Transport Policies'*, Working Paper 12-11, Bureau fédéral du Plan.
- Nordhaus, (2017), *'Revisiting the Social Cost of Carbon'*, Proceedings of the National Academy of Science, 114(7), pp. 1518-1523.
- Laine, B. et A. Van Steenberghe (2016a), *'The Fiscal Treatment of Company Car Taxation in Belgium: Effects on Car Demand, Travel Behaviour and External Costs'*, Working Paper 03-16, Bureau fédéral du Plan.
- Laine, B. et A. Van Steenberghe (2016b), *'Commuting Subsidies in Belgium'*, Working Paper 11-16, Bureau fédéral du Plan.
- Laine, B. et A. Van Steenberghe (2017), *'Tax Expenditure and the Cost of Labour Taxation – an Application to Company Car Taxation'*, Working Paper 07-17, Bureau fédéral du Plan.
- Litman, T. (2017), *'Understanding Transport Demands and Elasticities'*, Victoria Transport Institute.
- SRF Consulting (2010), *'International Scan: Reducing Congestion & Funding Transportation Using Road Pricing'*.
- Wardman, M., Chintakayala, V. en G. De Jong (2016), *'Values of Travel Time in Europe: Review and Meta-Analysis'*, Transportation Research Part A: Policy and Practice 94, pp. 93-111.
- Wardman, M., Toner, J., Fearnley, N., Flügel, S. and Killi, M. (2018), *'Review and Meta-Analysis of Inter-modal Cross-Elasticity Evidence'*, Transportation Research Part A: Policy and Practice 118, pp. 662-681

West, J. et M. Börjesson (2018), '*The Gothenburg congestion charges: cost-benefit analysis and distributional effects*', Transportation.

Annexe : Coût monétaire et paramètres de politique dans PLANET

Les tableaux ci-dessous montrent les composantes du coût monétaire qui sont utilisées pour le choix modal et temporel. Ces tableaux permettent d'identifier les variables de mesures politiques qui sont disponibles dans PLANET ainsi que leurs dimensions.

Tableau 12 Composantes du coût monétaire, variables de mesures politiques et leurs dimensions : transport de personnes

	Dimension	Unité
<i>Voiture particulière (et moto)</i>		
Coûts fixes (annuels)		
Prix d'achat, TVA comprise	Taille, type de carburant	Coût annuel (sur la durée de vie)
Assurance, taxe d'assurance comprise	Taille, type de carburant	Coût annuel (sur la durée de vie)
Contrôle technique, TVA comprise	Taille, type de carburant	Coût annuel (sur la durée de vie)
Entretien, TVA comprise	Taille, type de carburant	Coût annuel (sur la durée de vie)
Coûts variables		
Coût du carburant, TVA comprise	Type de carburant	Euros par litre
Prix de l'électricité, TVA comprise	Type de carburant	Euros par KWh
Impôts indirects		
Taxe d'immatriculation	Taille, type de carburant	Euros par an
Taxe annuelle de circulation	Taille, type de carburant	Euros par an
Accises sur les carburants	Type de carburant	Euros par litre
Accises sur le biocarburant	Type de carburant	Euros par litre
Redevance sur l'électricité	Type de carburant	Euros par KWh
Taxe kilométrique, péage de cordon, péage de zone	Type de carburant, type de route, arrondissement, zone de congestion, période	Euros par véhicule-kilomètre
Impôts directs		
Taux marginal de l'impôt des personnes physiques		
Barèmes statutaires des cotisations ONSS		
Cotisation de solidarité CO ₂ (voiture-salaire)		
Exonération de la voiture-salaire à l'IPP (Avantage de toute nature)		% du coût total par km
Exonération des autres remboursements à l'IPP		% du coût total par km
<i>Train</i>		
Coûts d'exploitation		Euros par passager-kilomètre
Subvention de l'État	Motif, moment	Euros par passager-kilomètre
TVA		
Exonération de l'IPP		% du coût total par km
Intervention de l'État dans les déplacements domicile-lieu de travail		20% du prix d'un ticket
<i>Bus-Tram-Métro</i>		
Coûts d'exploitation	Région	Euros par passager-kilomètre
Subvention de l'État	Région, motif, période	Euros par passager-kilomètre
TVA		
Exonération de l'IPP		% du coût total par km
<i>Vélo</i>		
Coût du matériel		Euros par passager-kilomètre
Exonération de l'indemnité vélo		% du coût total par km

Tableau 13 Composantes du coût monétaire, variables de mesures politiques et leurs dimensions : transport de marchandises

	Dimension	Unité
<i>Camions et camionnettes</i>		
Coûts fixes		
Prix d'achat		Euros par vkm
Assurances		Euros par vkm
Contrôle technique		Euros par vkm
Entretien		Euros par vkm
Coûts variables		
Prix du carburant (diesel)		Euros par litre
Impôts indirects		
Accises	Mode (diesel professionnel)	Euros par litre
Accises sur le biocarburant	Mode (diesel professionnel)	Euros par litre
Taxe annuelle de circulation		Euros par vkm
Taxe kilométrique, péage de cordon	Type de route, arrondissement, zone de congestion, période	Euros par vkm