

PERSPECTIVES

Perspectives de la demande de transport en Belgique à l'horizon 2040

Annexe méthodologique

Avril 2022



**Bureau
fédéral du Plan**

Analyses et prévisions économiques



**Service public fédéral
Mobilité et Transports**

Contributions

Cette publication a été réalisée sous la direction de Coraline Daubresse, BFP (cd@plan.be), Bruno Hoornaert, BFP (bho@plan.be) et Benoît Laine, BFP (bl@plan.be).

Bureau fédéral du Plan

Rue Belliard 14-18, 1040 Bruxelles

tél. : +32-2-5077311

e-mail : contact@plan.be

<https://www.plan.be>

Service public fédéral Mobilité et Transports

Rue du Progrès 56, 1210 Bruxelles

tél. : +32-2-2773111

e-mail : info@mobilite.fgov.be

<https://www.mobilite.belgium.be>

Avant-propos

Les travaux présentés dans ce rapport ont pour cadre un accord de collaboration entre le SPF Mobilité et Transports et le Bureau fédéral du Plan. La collaboration porte sur le développement et l'exploitation d'informations statistiques, l'élaboration de perspectives en matière de transports et l'analyse de politiques de transport

Table des matières

Contexte	1
1. Modèle PLANET : généralités et adaptations	2
1.1. Le modèle PLANET	2
1.2. L'année de référence	3
1.3. Contexte macroéconomique et sociodémographique	3
1.4. Infrastructures	4
1.5. Adaptations du modèle	4
1.5.1. Modification des sources de données	4
1.5.2. Motifs de déplacement pour le transport de personnes	5
1.5.3. Modélisation endogène du télétravail	5
1.5.4. Modélisation des allers-retours et distinction de deux périodes de pointe	5
1.5.5. Calculs des coûts	6
2. Hypothèses macroéconomiques et sociodémographiques	7
3. Hypothèses relatives au coût du transport	8
3.1. Les déterminants du coût monétaire	8
3.1.1. Transport de personnes	8
3.1.2. Transport de marchandises	9
3.2. Les déterminants du coût en temps	10
3.2.1. Valeur du temps	10
3.2.2. Vitesse	11
4. Efficacité énergétique et facteurs d'émissions	12
4.1. Consommation énergétique des différents modes de transport	12
4.2. Émissions directes	13
4.2.1. Émissions directes liées aux modes routiers	13
4.2.2. Émissions directes liées aux modes non routiers	15
4.3. Émissions non brûlées	16
5. Bibliographie	17

Liste des tableaux

Tableau 1	Valeur du temps pour le transport de personnes selon le mode de transport et le motif de déplacement, année de référence (2019)	10
Tableau 2	Valeur du temps pour le transport de marchandises selon le mode de transport - transport national, année de référence (2019)	11
Tableau 3	Vitesse moyenne pour le rail, la navigation intérieure et le transport maritime à courte distance	11
Tableau 4	Consommation moyenne de carburant et d'électricité pour une nouvelle voiture par type de motorisation*	12
Tableau 5	Consommation moyenne de carburant et d'électricité des autres modes de transport de personnes	12
Tableau 6	Consommation moyenne de carburant (diesel) et d'électricité pour le transport de marchandises	13
Tableau 7	Facteurs d'émissions directes pour une nouvelle voiture par type de motorisation*	14
Tableau 8	Facteurs d'émissions directes moyens pour le transport routier, hors voitures	15
Tableau 9	Facteurs d'émissions directes pour le transport ferroviaire et le transport fluvial	15
Tableau 10	Facteurs d'émissions non brûlées (PM _{2,5})	16

Liste des graphiques

Graphique 1	Évolution du prix du Brent	9
-------------	----------------------------------	---

Contexte

Dans le cadre d'un accord de collaboration entre le Bureau fédéral du Plan et le SPF Mobilité et Transports, le Bureau fédéral du Plan (BFP) réalise tous les trois ans des perspectives à long terme de l'évolution de la demande de transport en Belgique. Les hypothèses sous-tendant ces exercices prospectifs sont fixées conjointement par le BFP et le SPF Mobilité et Transports. Le présent rapport décrit succinctement les principales hypothèses et mises à jour proposées pour l'élaboration des perspectives de la demande de transport publiées en avril 2022.

1. Modèle PLANET : généralités et adaptations

1.1. Le modèle PLANET

Les perspectives d'évolution à long terme du transport en Belgique ont été réalisées à l'aide du modèle PLANET, développé par le Bureau fédéral du Plan dans le cadre d'un accord de collaboration avec le SPF Mobilité et Transports.

Le modèle PLANET est un modèle de long terme axé sur les transports en Belgique. Il se base sur les évolutions macroéconomiques et sociodémographiques pour générer les flux de transport. Ces flux permettent d'estimer la demande de transport, exprimée en passagers- ou tonnes-kilomètres et de la répartir entre les différents modes de transport. Cette demande aura à son tour un impact sur la congestion routière et les émissions atmosphériques.

Plus précisément, le modèle PLANET permet :

- d'élaborer une projection de référence de la demande de transport de personnes et de marchandises à long terme en Belgique ;
- d'évaluer les effets de politiques de transport sur la demande de transport en tant que telle, mais également sur les coûts externes relatifs à la pollution et à la congestion ;
- de réaliser des analyses coûts-bénéfices de ces politiques.

PLANET a été développé en s'inspirant des modèles de transport dits « en quatre étapes ». Il comprend plusieurs modules :

- Un module de *génération de la demande de transport*, où le nombre de tonnes à transporter et de déplacements souhaités est projeté par zone géographique (NUTS3), à l'aide d'indicateurs macroéconomiques et sociodémographiques. Les résultats obtenus sont les tonnages transportés et les nombres de déplacements (ou de personnes se déplaçant) par zone de départ et par zone d'arrivée.
- Un module de *distribution des déplacements*, où les déplacements et tonnages générés dans le module *génération de transport* sont appariés entre origine et destination, notamment à l'aide de modèles gravitaires. En découlent plusieurs matrices origine-destination de déplacements/tonnes transportées entre zones.
- Un module de *choix modal et temporel*, où les matrices de déplacements projetées sont réparties entre différentes périodes de temps et différents modes de transport sur la base des coûts « généralisés »¹ et des préférences des agents représentées par les élasticités de substitution entre modes et périodes de transport. Plus précisément, le nombre de passagers-km (pkm) et de tonnes-km (tkm) parcourus par les différents modes et pendant les différentes périodes est choisi selon un modèle de choix discret de manière à maximiser l'utilité des agents économiques en fonction des coûts généralisés liés aux déplacements définis dans les modules précédents. Dans le cas des transports routiers, la durée du transport est déterminée de façon endogène par le modèle. Elle est obtenue à l'aide d'une fonction qui reflète le lien entre la vitesse moyenne et le flux de circulation.

¹ C'est-à-dire la somme des coûts en temps et des coûts monétaires.

- Un module *stock de voitures* calcule un nombre souhaité de voitures personnelles sur la base du résultat du choix modal. Il fait évoluer le stock de voitures en fonction des mises au rebut et des nouveaux achats, distribués entre plusieurs types de motorisation et classes de voitures. Ce module a été développé en parallèle du modèle PLANET et constitue maintenant un modèle à part entière (dénommé CASMO). Ce nouveau modèle est alimenté en partie par les résultats de PLANET et lui fournit en retour des informations pour le calcul des coûts monétaires moyens des voitures (sur la base de la nouvelle composition du stock) et celui des émissions liées à ce mode de transport. Le modèle CASMO est décrit de manière extensive dans le Working Paper 01-19.

Des documents méthodologiques détaillés sont disponibles sur le site internet du Bureau fédéral du Plan : Thématique TRANSPORT ⇒ Perspectives pour le transport : PLANET.

1.2. L'année de référence

Afin de simuler au mieux les comportements en matière de choix modal, les paramètres exogènes du modèle sont déterminés de telle sorte que la modélisation puisse fidèlement reproduire les caractéristiques arrêtées pour une année donnée, dite année de référence. Techniquement, cette étape correspond à la calibration du modèle. L'année de référence choisie pour cette calibration est l'année 2019. D'une part, il s'agit de l'année la plus récente pour laquelle l'ensemble des données requises est disponible pour construire une image globale détaillée de la demande de transport. D'autre part, cela permet d'intégrer les changements opérés en 2019 dans la nomenclature des unités territoriales statistiques (NUTS) pour certains arrondissements belges (dans le Limbourg et le Hainaut plus précisément). Enfin, les projections macroéconomiques et démographiques établies sur base de cette même année de référence sont les premières à tenir compte de l'effet de la crise sanitaire. Le Carde 1 ci-dessous fournit plus d'informations sur la manière dont les effets de la crise sanitaire sont pris en compte.

1.3. Contexte macroéconomique et sociodémographique

Les évolutions macroéconomiques et sociodémographiques servent de base à la réalisation des perspectives de la demande de transport. Elles sont considérées comme exogènes dans le modèle. En d'autres termes, le lien entre l'économie et le secteur des transports dans PLANET est unidirectionnel. Il n'y a pas d'effet de retour des changements dans le secteur des transports sur l'économie.

Afin d'assurer la cohérence avec les perspectives nationales et régionales de moyen et de long terme du Bureau fédéral du Plan, les déterminants macroéconomiques et sociodémographiques utilisés ont été calculés à partir des perspectives démographiques (BFP et Statbel, 2021) et des projections des modèles HERMES (BFP, 2021), HERMREG (BFP et al., 2021) et MALTESE (Conseil Supérieur des Finances, 2021). Pour une question de calendrier, il s'agit des perspectives et des projections publiées en 2021.

Encadré 1 Impacts de la pandémie de Covid-19

Les impacts importants de la pandémie sur la demande de transport en 2020 et 2021 ne peuvent tous être correctement modélisés selon les principes de fonctionnement de PLANET. L'effet de décisions restrictives des autorités publiques sur les déplacements ne rentrent ainsi pas dans le cadre de projection de la demande de transport de personnes qui prévaut pour PLANET. Plutôt que de faire des hypothèses difficilement justifiables sur ces impacts à court terme, le choix est fait ici de se contenter de laisser jouer les canaux usuels de transmission (macroéconomique, sociodémographique) pour conserver la cohérence de la projection à long terme, et d'adopter l'une ou l'autre hypothèse complémentaire si cela s'avère nécessaire pour atteindre cet objectif de long terme. Il ne sera donc pas possible d'interpréter les résultats des deux années en question, qui n'auront que peu de valeur prédictive. L'hypothèse est ensuite celle d'un retour à la normale sur le plan sanitaire en 2022, les diverses restrictions étant levées, mais les impacts structurels à long terme de cette crise (macroéconomiques, comportementaux) étant bien pris en compte.

1.4. Infrastructures

Le scénario de référence présuppose le maintien de l'infrastructure routière actuelle. Une évolution croissante du transport routier va donc générer plus de congestion et, par conséquent, réduire la vitesse sur le réseau routier. Travailler à infrastructure constante implique que le niveau de congestion routière calculé doit être interprété comme étant un niveau maximal.

Concernant le transport ferroviaire et fluvial, la vitesse est supposée constante sur l'ensemble de la période, ce qui suppose implicitement que l'accroissement des passagers-kilomètres (pkm) et des tonnes-kilomètres (tkm) peut être absorbé par les infrastructures ferroviaires et fluviales existantes ou qu'elles seront adaptées en conséquence.

1.5. Adaptations du modèle

Les perspectives d'évolution à long terme du transport en Belgique présentées dans cette publication ont été réalisées à l'aide de la version 5.0 du modèle PLANET. Cette version se différencie de la version utilisée dans l'exercice précédent² par les apports méthodologiques suivants.

1.5.1. Modification des sources de données

Les sources de données jugées trop anciennes ont été largement remplacées dans cette édition.

Il s'agit en particulier de l'Enquête Socio-Economique réalisée en 2001. Cette dernière, qui avait les caractéristiques d'un recensement et présentait donc un caractère presque exhaustif, fournissait l'essentiel des informations concernant les temps de déplacement, choix modaux et choix de période de déplacement pour les motifs "domicile travail" et "domicile école". Les temps de déplacement étaient extrapolés aux autres motifs là où d'autres données n'étaient pas disponibles. Cette source est dorénavant jugée

² Les principales caractéristiques du modèle PLANET et, plus particulièrement, la version 4.0 utilisée pour les perspectives de la demande de transport publiées en janvier 2019, sont décrites dans le Working Paper 1-20 (Daubresse C. et B. Laine, 2020).

trop ancienne pour rester pertinente. Cependant, aucun nouveau recensement n'est venu apporter de mise à jour similaire depuis sa réalisation. Nous avons donc mobilisé une série de sources alternatives, souvent partielles. Ceci n'est pas sans impact sur certaines méthodes ou hypothèses de modélisation. De manière générale, une simplification dans la définition des distances et temps de parcours moyens entre arrondissements a dû être opérée.

Pour les « autres motifs », l'enquête Monitor réalisée en 2017 par VIAS et le SPF Mobilité et Transports s'est dans une large mesure substituée à l'enquête BELDAM qui datait de 2009. Le plus faible échantillonnage de Monitor nous contraint cependant à toujours utiliser BELDAM pour estimer certains paramètres.

1.5.2. Motifs de déplacement pour le transport de personnes

Les motifs de déplacements autres que les navettes professionnelles ou scolaires ont vu leur définition modifiée, du fait du changement de source mentionné ci-dessus. L'enquête Monitor présente une définition moins granulaire que l'enquête BELDAM pour les motifs de déplacement, ce qui nous a contraints à reprendre tels quels les motifs de déplacement définis dans Monitor. Ainsi, les « autres motifs » considérés sont maintenant « Déplacement professionnel », « Accompanyer/aller chercher quelqu'un », « Réaliser des achats de biens ou de services » et « Se déplacer pour ses loisirs ».

Dans la version précédente du modèle, on distinguait : « Déplacement professionnel », « Autres motifs dépendant du revenu » et « Autres motifs ne dépendant pas du revenu ». Ces deux derniers motifs étaient des agrégats de motifs détaillés définis selon la sensibilité de ceux-ci au revenu des ménages. En particulier, la distinction entre les motifs de déplacement influencés par l'évolution des revenus des ménages, et ceux ne l'étant pas ou peu, est désormais impossible.

1.5.3. Modélisation endogène du télétravail

L'impact de l'évolution de la pratique du télétravail est désormais modélisé de manière explicite et endogène dans le modèle. La fréquence des déplacements domicile-travail, ainsi que les déplacements additionnels induits les jours de télétravail pour d'autres motifs (shopping, loisirs...), sont désormais explicitement modélisés, sur la base d'une enquête spécifique réalisée par le SPF Mobilité et Transports (SPF Mobilité et Transports (2018)). Ils sont dépendants de caractéristiques des travailleurs, de leur emploi, et de la distance entre le lieu de domicile et le lieu de travail. Ils sont projetés selon un scénario d'évolution du télétravail présenté et discuté dans le Working Paper 6-20, qui tient compte des enseignements de la crise sanitaire.

1.5.4. Modélisation des allers-retours et distinction de deux périodes de pointe

Contrairement aux versions précédentes du modèle, les allers et les retours pour les différents motifs de déplacement des personnes sont modélisés de manière explicite. Ainsi, par exemple, on distingue les déplacements des personnes se déplaçant de leur arrondissement de domicile « A » vers l'arrondissement de leur lieu de travail « B » le matin, des personnes se déplaçant de leur lieu de travail dans le même arrondissement « A » vers leur arrondissement de domicile situé dans le même arrondissement « B » le soir. Ces deux types de trajets étaient précédemment agrégés. Il en va de même pour tous les

autres motifs. Cette adaptation a nécessité de distinguer les périodes de pointe du matin et du soir en semaine, et de calculer des vitesses et temps de déplacement spécifiques à ces deux périodes.

1.5.5. Calculs des coûts

Des modifications ont été apportées à certains calculs de coûts (au-delà des habituelles révisions). Il s'agit d'une part des coûts monétaires du transport de personnes en voiture. Dans ce cas, la distinction entre l'utilisation d'une voiture privée ou d'une voiture de société a été opérée de manière explicite, permettant de traiter ces deux catégories selon leurs spécificités propres au lieu de travailler sur la base d'un coût moyen. D'autre part, les coûts généralisés utilisés pour réaliser l'étape de distribution des déplacements au motif « domicile-travail » tiennent dorénavant compte du nombre moyen de trajets réalisés par semaine. Cette évolution permet d'inclure dans les modèles gravitaires l'effet de l'augmentation du télétravail dans la répartition des appariements origine-destination entre lieu de domicile et lieu de travail. Dans les versions précédentes du modèle, cet appariement était réalisé sur la base du coût moyen d'un seul trajet.

2. Hypothèses macroéconomiques et sociodémographiques

Les aspects macroéconomiques et sociodémographiques sont entièrement exogènes au modèle PLANET. Celui-ci ne fait que reprendre pour donnés des résultats de projection d'autres modèles développés par le BFP et ses partenaires.

Les projections utilisées sont les suivantes.

Concernant les projections macroéconomiques :

- HERMES, la projection de moyen terme par branche d'activité au niveau national, publiée en mai 2021, disponible jusqu'en 2026 ; on utilise les données suivantes, tant en volume qu'à prix courants : PIB, valeur ajoutée, production, importations et exportations, emploi salarié et indépendant, le tout par branche ; ainsi que l'indice des prix à la consommation.
- HERMREG, la projection de moyen terme par branche d'activité au niveau régional, publiée en juillet 2021, disponible jusqu'en 2026 ; on utilise les données de valeur ajoutée et d'emploi salarié et indépendant, en volume et en prix courants, le tout par branche.
- MALTESE, le modèle de projection de l'équipe « Protection Sociale », dans sa version publiée en juillet 2021 pour le Comité d'Etude du Vieillissement (CEV) 2021, donnant à l'horizon 2040 les grands agrégats socio-économiques ; on utilise le taux de croissance du PIB en volume, l'indice des prix à la consommation, l'emploi national total salarié et indépendant par classe d'âge, le nombre d'étudiants par sexe et classe d'âge.

Concernant les projections démographiques :

- Perspectives démographiques 2020-2070 (BFP et Statbel) publiées en janvier 2021, par âge, sexe et arrondissement, à l'horizon 2070.

Pour la répartition de certains agrégats au niveau des branches ou des arrondissements, des sources additionnelles sont exploitées en plus des modèles cités ci-dessus :

- ICN : comptabilité régionale, en NACE 1995 (1995-2003) et en NACE 2010 (2003-2019), version en ligne en février 2021 ; on utilise les données d'emploi, de valeur ajoutée et les revenus disponibles nets des ménages.

Pour la traduction en produits selon la classification NST (Nomenclature uniforme des marchandises pour les Statistiques de Transport) de la production par branche, les tableaux ressources/emplois 2015 établis par le BFP sont utilisés ; on considère les ressources (domestiques et importations) ainsi que l'emploi de la production domestique et l'emploi des importations.

3. Hypothèses relatives au coût du transport

Trois catégories de coûts sont prises en compte dans le modèle PLANET :

- Le coût monétaire, qui reprend l'ensemble des coûts monétaires supportés par les agents économiques (personnes ou entreprises) pour l'utilisation du moyen de transport.
- Le coût en temps, qui associe une valeur monétaire au temps de parcours.
- Le coût environnemental, qui dépend des facteurs d'émissions associés à chaque moyen de transport, ainsi que de la valorisation monétaire des dommages causés par les émissions.

Le coût monétaire et le coût en temps interviennent au cœur du modèle : leur somme – les coûts dits « généralisés » – a un impact direct sur le choix modal et temporel³ des agents économiques. Le coût (marginal externe) environnemental n'intervient pas comme élément déterminant lors d'une prise de décision par un individu en matière de transport. Il est calculé ex post, en fonction de la demande de transport, et n'est actuellement pas repris dans la publication.

Les hypothèses retenues pour déterminer les coûts monétaires et en temps dans le cadre de la projection de référence sont présentées successivement dans les sections suivantes.

3.1. Les déterminants du coût monétaire

3.1.1. Transport de personnes

Des coûts monétaires par passager-kilomètre sont estimés pour la voiture, le train, le bus-tram-métro et la moto. Pour le mode vélo/marche à pied, les coûts monétaires sont considérés nuls dans le modèle.

Le coût monétaire d'un déplacement en transport en commun est calculé à partir des recettes et des subsides issus des rapports et des statistiques fournis par les sociétés de transport en commun (TEC, De Lijn, STIB, SNCB), principalement.

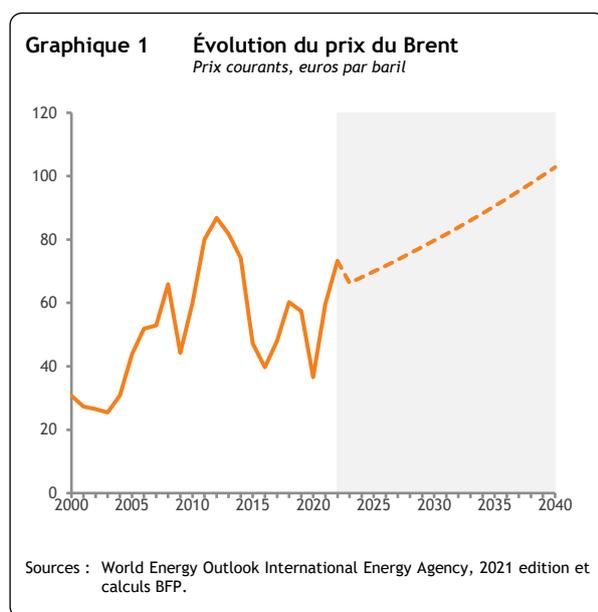
Pour la voiture et la moto, l'utilisateur doit supporter un coût d'utilisation mais aussi un coût lié à l'acquisition du véhicule. Plusieurs sources de données sont combinées (IHS, BNB, SPF Finances, TM Leuven...) pour tenir compte d'une série de coûts monétaires dans le modèle, à savoir : l'achat, les assurances, le contrôle technique, l'entretien et les dépenses de carburant (ou d'électricité) du véhicule ainsi que différentes taxes (taxe de circulation, taxe de mise en circulation, accises et TVA)⁴. Ces coûts sont différenciés selon plusieurs types de motorisation, tailles du véhicule ainsi que, pour les dépenses de carburant, selon la norme d'émission Euro. Un coût moyen pondéré par véhicule-kilomètre (tous types de motorisation et tailles de véhicules confondus) est estimé à partir du stock de voitures projeté par le modèle CASMO⁵.

³ Par choix temporel, on entend le choix de la période de déplacement au cours de la journée (période creuse ou période de pointe (matin ou soir)).

⁴ Les coûts monétaires liés au parking ne sont pris en compte dans le modèle. Seuls les coûts en temps du parking interviennent.

⁵ Le modèle CASMO est un modèle développé par le Bureau fédéral du Plan. Voir à cet effet le Working Paper 01-19.

Dans la nouvelle version de CASMO, des paramètres de comportement sont estimés statistiquement sur base de transactions d'achat détaillées sur le marché belge entre 2012 et 2019. Cette base de données de transactions d'achats est couplée à la base de données de l'Agence Européenne pour l'Environnement. Elle contient les émissions de CO₂ par modèle individuel de voiture. Enfin CASMO tient compte d'une gamme plus large de paramètres fiscaux. On distingue explicitement les voitures particulières et de société. La taxe de mise en circulation et la taxe de circulation sont calculées par région pour chaque modèle individuel.



Le graphique 1 présente l'évolution du prix du Brent (à prix courants), établie en mars 2022 et retenue dans la projection de référence.

L'évolution de l'efficacité énergétique des véhicules est présentée dans le chapitre suivant.

Enfin, les subsides aux déplacements domicile-travail sont également pris en compte dans l'estimation des coûts monétaires. Ces subsides touchent tous les modes de transport. Il s'agit notamment de l'exonération fiscale des remboursements de trajets domicile-travail et du système du tiers payant de la SNCB⁶. Ces subventions au trajet domicile-travail sont exprimées sous la forme d'un montant fixe par kilomètre, constant en termes réels.

3.1.2. Transport de marchandises

Cinq modes de transport sont pris en compte dans le calcul des coûts monétaires pour le transport de marchandises : le transport routier par camion, le transport routier par camionnette, le transport ferroviaire, le transport fluvial et le transport maritime à courte distance (Short Sea Shipping (SSS)).

Les coûts monétaires liés au transport routier de marchandises concernent les coûts d'achat de véhicules (camions, camionnettes), les frais relatifs à leur utilisation (assurance, contrôle technique, entretien, carburant) ainsi que les accises et différentes taxes (taxe de circulation, redevance kilométrique...).

Les coûts monétaires liés à l'achat, aux assurances, au contrôle technique et à l'entretien sont supposés constants en termes réels, jusqu'en 2040, et sont estimés, pour l'année de référence, à partir de nombreuses sources de données (TML, BNB, Comité National Routier...). Les dépenses de carburant dépendent des évolutions de prix et de l'efficacité énergétique des camions et des camionnettes, présentée dans le chapitre suivant (tableau 6).

En ce qui concerne les taxes, la projection de référence tient compte de la taxe (ou redevance) kilométrique appliquée aux poids lourds. Un montant de 16,5 centimes⁷ est appliqué sur les routes à péage

⁶ Voir à cet effet le Working Paper 11-16.

⁷ Euro cents 2019. Calculs BFP sur la base du rapport annuel Viapass (2019).

bruxelloises, elle s'élève à 11,2 centimes sur toutes les autres routes soumises au prélèvement kilométrique. Cette taxe est supposée constante en termes réels sur toute la période de projection.

Pour ce qui est du transport ferroviaire, de la navigation intérieure et du transport maritime à courte distance, les coûts monétaires reposent sur la notion de coût du producteur, estimé à partir des tableaux ressources-emplois (SUT) disponibles. L'ensemble des coûts est supposé rester constant en termes réels, à l'exception du coût lié à la consommation de carburant et/ou d'électricité. Ce dernier dépend de l'évolution des prix de l'énergie et de l'efficacité énergétique des différents moyens de transport (voir chapitre suivant). Dans le cas du transport ferroviaire de marchandises, le coût total (carburant et électricité) dépend aussi de la part respective des trains roulant au diesel et à l'électricité. Par hypothèse, ces parts sont maintenues constantes sur l'ensemble de la période de projection.

3.2. Les déterminants du coût en temps

En plus du coût monétaire associé au transport, le choix modal et temporel des individus est influencé par le coût en temps du transport. Ce dernier dépend de la valeur du temps et du temps de parcours sur les différents réseaux.

3.2.1. Valeur du temps

La valeur du temps est le montant qu'un individu ou une entreprise est prêt(e) à payer pour économiser du temps ou qu'il (elle) souhaite obtenir en compensation d'une perte de temps.

a. Transport de personnes

Les valeurs du temps pour le transport de personnes sont présentées dans le tableau 1. Leur niveau pour l'année de référence se base sur l'étude KiM (2013). Leur évolution à l'horizon 2040 est estimée via une élasticité intertemporelle par rapport au produit intérieur brut réel par tête. Pour les modes routiers (voiture, moto), la valeur du temps évolue aussi en fonction de la vitesse sur le réseau routier au cours de la projection. L'évolution du PIB par tête se base sur les perspectives économiques et démographiques publiées par le Bureau fédéral du Plan.

Tableau 1 Valeur du temps pour le transport de personnes selon le mode de transport et le motif de déplacement, année de référence (2019)
euro2019/heure

Moyen de transport	Domicile-travail	Domicile-école	Business	Achats/loisirs
Marche, vélo	8,6	6,7	21,2	6,7
Voiture, moto	9,6	7,8	27,2	7,8
Train	12,1	7,3	20,7	7,3
Bus-Tram-Métro	8,5	6,6	20,8	6,6

Sources : Calculs BFP sur la base de Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2013).

b. Transport de marchandises

Pour le transport de marchandises, la valeur du temps est tirée de l'étude de TML (2017) elle-même basée sur KiM (2013). Les valeurs pour le transport national de marchandises à l'année de référence sont

présentées dans le tableau ci-dessous (tableau 2), ainsi que leur évolution. Les valeurs du temps du transport routier varient en fonction de la catégorie de produits transportés.

Tableau 2 Valeur du temps pour le transport de marchandises selon le mode de transport - transport national, année de référence (2019)
euro2019/tonne/heure

	Valeur du temps	2030	2040
Camion	2,3-7,5	+6,6%	+16,4%
Camionnette	118,4-236,7	+6,6%	+16,4%
Train	2,6	+3,3%	+8,2%
Fluvial	0,46	+3,3%	+8,2%
Maritime à courte distance	0,06	+3,3%	+8,2%

Sources : TML (2017) sur la base de KiM (2013), calculs BFP.

L'évolution de la valeur du temps est estimée en appliquant l'évolution du coût réel du travail dans le secteur des transports à la partie de la valeur du temps liée au travail : pour le transport routier, on suppose 50 % de la valeur du temps, contre 25 % pour le transport ferroviaire, le transport fluvial et le transport SSS. L'évolution du coût réel du travail dans le secteur du transport est basée sur les perspectives macroéconomiques, par branche.

3.2.2. Vitesse

Afin de pouvoir déterminer la congestion routière, il est important d'estimer l'évolution de la vitesse en fonction de l'évolution du trafic sur le réseau routier (à savoir les véhicules-kilomètres). Les vitesses sur le réseau routier sont estimées à partir des données fournies par le Departement Mobiliteit en Openbare Werken (DMOW). Le scénario de référence table sur des fonctions vitesse-flux de circulation inchangées sur toute la période de projection. L'hypothèse implicite est que la capacité de l'infrastructure routière reste constante. On distingue les périodes de pointe et les périodes creuses ainsi que deux types de route, subdivisés en quatre zones ou agglomérations (Bruxelles, Gand, Anvers, zone RER), et le reste de la Belgique.

Pour les modes de transport non routiers de marchandises, la vitesse moyenne est déterminée de manière exogène et est supposée rester constante au cours de la période de projection. Les valeurs retenues pour les modes non routiers sont présentées dans le tableau 3. Elles sont identiques en période creuse et en période de pointe. En l'absence d'éléments nouveaux pour les mettre à jour, ces valeurs sont celles qui ont été utilisées pour les perspectives de la demande de transport publiées en 2012.

Tableau 3 Vitesse moyenne pour le rail, la navigation intérieure et le transport maritime à courte distance
km/h

	Belgique	Étranger
Transport ferroviaire de marchandises	30	55
Navigation intérieure	10	16
Transport maritime à courte distance		27

Source : PLANET v3.2.

4. Efficacité énergétique et facteurs d'émissions

Les paragraphes suivants présentent les hypothèses relatives à la consommation d'énergie et aux facteurs d'émissions, ainsi qu'à leur évolution respective.

Une distinction est opérée entre les émissions directes, indirectes et non brûlées. Les émissions directes, dites "de la pompe à la roue" (Tank-to-Wheel), émanent de la combustion des carburants utilisés par le moyen de transport. Les émissions non brûlées proviennent de l'usure des pneus, des roues, des freins, mais aussi de la route ou des voies et des câbles électriques. Les émissions indirectes, dites "de la source à la pompe" (Well-to-Tank) sont libérées lors de la production et du transport des (bio)carburants et de l'électricité utilisés pour le transport. En raison de la décision prise en mars 2022 de prolonger un certain nombre de centrales nucléaires et de l'impact évident de cette décision sur les émissions indirectes, elles sont actuellement exclues de l'analyse.

4.1. Consommation énergétique des différents modes de transport

L'efficacité énergétique des voitures par type de motorisation, taille et norme euro est estimée à partir des données transmises par le VITO pour l'année de référence et d'hypothèses en ce qui concerne son évolution (tableau 4).

Tableau 4 Consommation moyenne de carburant et d'électricité pour une nouvelle voiture par type de motorisation*

Type de motorisation	Unité	2019	2030	2040
			(variation en % par rapport à 2019)	(variation en % par rapport à 2019)
		Euro6	Euro6d	Euro6d
Combustion interne - essence	l/100km	8,4	-4,3%	-7,8%
Combustion interne - diesel	l/100km	5,8	-3,3%	-7,0%
Hybride non rechargeable - essence	l/100km	5,9	-7,0%	-10,0%
Hybride non rechargeable - diesel	l/100km	6,1	-0,7%	-0,7%
Hybride rechargeable - essence	l/100km	4,7	-5,1%	-7,4%
Hybride rechargeable - diesel	kWh/100km	14,0	-6,2%	-8,5%
	l/100km	3,4	-6,0%	-8,2%
	kWh/100km	11,7	-6,3%	-8,5%
GNC	kg/100km	5,6	-8,2%	-11,1%
GPL	l/100km	11,0	-5,8%	-6,3%
Électrique	kWh/100km	19,0	0,0%	0,0%

* Consommation pour une nouvelle voiture de taille moyenne.

Sources : VITO, calculs BFP.

L'évolution de l'efficacité énergétique des motos et des trains est présentée dans le tableau 5 et celle des modes de transport de marchandises dans le tableau 6.

Tableau 5 Consommation moyenne de carburant et d'électricité des autres modes de transport de personnes

		Unité	2019	2030	2040
				(variation en % par rapport à 2019)	(variation en % par rapport à 2019)
Moto	Essence	l/100vkm	4,6	-2,8%	-6,1%
Train	Diesel	l/100pkm	0,1	0,0%	0,0%
	Électricité	kWh/100pkm	10,3	0,0%	0,0%

Sources : VITO, VMM, INFRABEL, calculs BFP.

Tableau 6 Consommation moyenne de carburant (diesel) et d'électricité pour le transport de marchandises

			2019	2030 (variation en % par rapport à 2019)	2040 (variation en % par rapport à 2019)
Camionnette	Diesel	l/100vkm	9,1	-8,4%	-14,0%
Camion	Diesel	l/100vkm	27,8	-9,1%	-15,9%
Navigation intérieure	Diesel	l/100tkm	1,2	0,0%	0,0%
Train	Diesel	l/100tkm	0,40	0,0%	0,0%
	Électricité	kWh/100tkm	2,3	0,0%	0,0%

Sources : VITO, VMM, INFRABEL et calculs BFP.

4.2. Émissions directes

Les perspectives de transport couvrent les émissions directes des polluants suivants : le CH₄ (méthane), le CO₂ (dioxyde de carbone), le N₂O (protoxyde d'azote), le NO_x (oxydes d'azote) et les PM_{2,5} (particules en suspension d'un diamètre inférieur à 2,5 micromètres). Le CO₂, le CH₄ et le N₂O sont les principaux gaz à effet de serre (GES).

Pour rappel, un facteur d'émission donne les émissions d'un polluant par véhicule-kilomètre (vkm), tonne-kilomètre (tkm) ou passager-kilomètre (pkm).

4.2.1. Émissions directes liées aux modes routiers

L'évolution des émissions directes du transport routier dépend entre autres de la proportion de biocarburants dans l'essence et le diesel. La projection de référence table sur une part totale (c'est-à-dire essence et diesel) de biocarburant égale à 8,95 % (valeur de 2020) sur toute la période de projection : 7 % de biocarburants de 1^{ère} génération et le solde de 2^{ème} génération.

Les sources d'énergie renouvelables (SER) pertinentes pour le transport comprennent non seulement les biocarburants mais aussi l'électricité produite à partir des SER et utilisée tant pour le transport routier (véhicules électriques, hybrides rechargeables) que pour le transport ferroviaire au sens large (train, tram, métro). Les biocarburants et l'électricité ne donnent pas lieu à des émissions directes de CO₂.

Le tableau 7 présente les facteurs d'émissions directes des principaux polluants (CO₂, NO_x et PM_{2,5}) associés à une voiture neuve par type de motorisation. Les évolutions décroissantes des facteurs d'émissions pour les polluants locaux (NO_x et de PM_{2,5}) sont liées aux obligations légales de produire des véhicules de plus en plus propres (norme Euro). Pour le CO₂, elles s'inscrivent dans le cadre du règlement EU/333/2014 établissant des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour la flotte européenne de voitures neuves et de camionnettes, applicable en 2021 (respectivement 95 et 147 g CO₂/km selon le cycle de conduite NEDC). Les normes plus strictes imposées par le règlement (EU) 2019/631 sur cette flotte de véhicules neufs sont également prises en compte dans le calcul des facteurs d'émission. D'ici 2025, ce règlement impose une réduction de 15 % des émissions de CO₂ pour les voitures particulières et les camionnettes neuves par rapport à 2021. D'ici 2030, les émissions de CO₂ devront être inférieures de 37,5 % pour les voitures et de 31 % pour les camionnettes. La progression de ces réductions de CO₂ est mesurée selon le cycle de conduite WLTP.

Tableau 7 Facteurs d'émissions directes pour une nouvelle voiture par type de motorisation*

Polluant	Motorisation	Unité	2019	2030	2040
			Euro6	(variation en % par rapport à 2019) Euro6d	(variation en % par rapport à 2019) Euro6d
CO ₂	Combustion interne - essence	g/vkm	194	-5,5%	-8,9%
	Combustion interne - diesel	g/vkm	160	-3,7%	-7,4%
	Hybride non rechargeable - essence	g/vkm	137	-8,1%	-11,1%
	Hybride non rechargeable - diesel	g/vkm	168	-3,7%	-7,4%
	Hybride rechargeable - essence	g/vkm	109	-6,3%	-8,5%
	Hybride rechargeable - diesel	g/vkm	94	-6,3%	-8,5%
	GNC	g/vkm	169	-8,2%	-11,0%
GPL	g/vkm	181	-5,7%	-6,3%	
NO _x	Combustion interne - essence	g/100vkm	4,2	0,9%	0,7%
	Combustion interne - diesel	g/100vkm	51,3	-76,3%	-76,3%
	Hybride non rechargeable - essence	g/100vkm	3,4	1,4%	1,3%
	Hybride non rechargeable - diesel	g/100vkm	51,3	-76,3%	-76,3%
	Hybride rechargeable - essence	g/100vkm	1,0	-0,5%	-0,5%
	Hybride rechargeable - diesel	g/100vkm	38,5	-76,3%	-76,3%
	GNC	g/100vkm	4,9	1,9%	1,7%
GPL	g/100vkm	4,9	1,9%	1,7%	
PM _{2,5}	Combustion interne - essence	g/100vkm	0,16	-45,4%	-45,4%
	Combustion interne - diesel	g/100vkm	0,19	1,3%	1,2%
	Hybride non rechargeable - essence	g/100vkm	0,16	-45,4%	-45,4%
	Hybride non rechargeable - diesel	g/100vkm	0,19	1,3%	1,2%
	Hybride rechargeable - essence	g/100vkm	0,12	-45,4%	-45,4%
	Hybride rechargeable - diesel	g/100vkm	0,14	1,2%	1,1%
	GNC	g/100vkm	0,11	0,0%	0,0%
GPL	g/100vkm	0,11	0,0%	0,0%	

* Facteurs d'émissions directes pour une nouvelle voiture de taille moyenne ; impact des biocarburants non compris.

Sources : VITO sur base de COPERT⁸ et calculs BFP.

Les facteurs d'émissions directes moyens pour les autres modes de transport routiers, à savoir la moto, le bus, la camionnette et le camion sont présentés dans le tableau 8.

Le tableau tient compte d'une évolution des motorisations alternatives. En ce qui concerne les camions, les facteurs d'émissions tiennent compte des normes d'émission de CO₂, imposées par le règlement EU/2019/1242. Les objectifs sont exprimés sous forme de baisse relative par rapport à la période de référence 1^{er} juillet 2019 – 30 juin 2020 : -15 % en 2025 et -30 % en 2030.

⁸ COPERT est un programme de simulation utilisé pour le calcul des émissions atmosphériques du transport routier. Il est développé avec le soutien financier de l'Agence Européenne pour l'Environnement (AEE) et est utilisé comme input pour les inventaires officiels nationaux des émissions des États membres de l'AEE. Ces facteurs d'émission sont aussi proches que possible de la réalité. COPERT prend ainsi en compte les émissions non brûlées et les émissions lors du "démarrage à froid". Des facteurs de correction spécifiques au type de route (urbain, rural, autoroute) sont appliqués sur la base de tests sur le terrain. Ces facteurs de correction sont adaptés avec le temps pour tenir compte des nouvelles évolutions.

Tableau 8 Facteurs d'émissions directes moyens pour le transport routier, hors voitures

Polluant	Type de véhicule	Unité	2019	2030	2040
				(variation en % par rapport à 2019)	(variation en % par rapport à 2019)
CO ₂	Moto	g/vkm	102	-9,3%	-16,7%
	Bus	g/vkm	870	-13,7%	-23,6%
	Camionnette	g/vkm	247	-13,6%	-24,2%
	Camion	g/vkm	765	-10,1%	-17,3%
NO _x	Moto	g/100vkm	14,1	-57,7%	-77,8%
	Bus	g/100vkm	381,2	-80,8%	-89,6%
	Camionnette	g/100vkm	122,2	-69,7%	-85,8%
	Camion	g/100vkm	134,4	-81,0%	-85,5%
PM _{2,5}	Moto	g/100vkm	1,2	-47,4%	-59,2%
	Bus	g/100vkm	5,3	-82,8%	-89,9%
	Camionnette	g/100vkm	2,0	-83,4%	-91,4%
	Camion	g/100vkm	2,2	-79,7%	-84,3%

Sources : VITO sur base de COPERT et calculs BFP.

L'évolution de la structure du parc automobile entraîne un décrochage de l'évolution des émissions de CO₂ par rapport à celle de la consommation de carburant.

4.2.2. Émissions directes liées aux modes non routiers

Les facteurs d'émissions directes de CO₂, NO_x et PM_{2,5} associés au transport ferroviaire et fluvial sont présentés dans le tableau 9. Les émissions directes du transport ferroviaire proviennent exclusivement des trains diesel. Les trains électriques ne donnent lieu qu'à des émissions indirectes et non brûlées. Les facteurs d'émissions directes présentés pour le train dans le tableau 9 s'appliquent à l'ensemble des pkm ou tkm parcourus en train. En d'autres termes, ils tiennent compte de la part des trains diesel dans la demande de transport ferroviaire de personnes et de marchandises.

Tableau 9 Facteurs d'émissions directes pour le transport ferroviaire et le transport fluvial

Polluant	Type de véhicule	Unité	2019	2030	2040
				(variation en % par rapport à 2019)	(variation en % par rapport à 2019)
CO ₂	Navigation intérieure	g/tkm	35	0,0%	0,0%
	Trains - marchandises	g/tkm	11	0,0%	0,0%
	Trains - passagers	g/pkm	2	0,0%	0,0%
NO _x	Navigation intérieure	g/100tkm	51,9	0,0%	0,0%
	Trains - marchandises	g/100tkm	17,8	0,0%	0,0%
	Trains - passagers	g/100pkm	0,7	0,0%	0,0%
PM _{2,5}	Navigation intérieure	g/100tkm	2,0	0,0%	0,0%
	Trains - marchandises	g/100tkm	0,45	0,0%	0,0%
	Trains - passagers	g/100pkm	0,01	0,0%	0,0%

Sources : VMM, Infrabel, calculs BFP.

4.3. Émissions non brûlées

Le tableau 10 présente les facteurs d'émissions non brûlées associées aux différents modes de transport dans le scénario de référence.

Tableau 10 Facteurs d'émissions non brûlées (PM_{2,5})

Mode de transport	Unité	2019	2030 (variation en % par rapport à 2019)	2040 variation en % par rapport à 2019)
Voiture	g/100vkm	1,2	0,5%	0,5%
Moto	g/100vkm	0,5	-0,7%	-0,7%
Bus	g/100vkm	4,8	-2,3%	-2,9%
Train - passagers	g/100pkm	3,4	0,0%	0,0%
Camionnette	g/100vkm	1,6	0,5%	0,5%
Camion	g/100vkm	5,4	0,6%	0,2%
Train - marchandises	g/100tkm	1,0	0,0%	0,0%

Sources : VMM, VITO sur base de COPERT, calculs BFP.

PM_{2,5} = particules en suspension dont le diamètre est inférieur à 2,5 millièmes de millimètre.

5. Bibliographie

- Bureau fédéral du Plan et SPF Mobilité et Transports (2019), *Perspectives de la demande de transport en Belgique à l'horizon 2040*, janvier 2019.
- Bureau fédéral du Plan et Statbel (2021), *Perspectives démographiques 2020-2070 : Scénario de référence et variants*, mars 2021.
- Bureau fédéral du Plan (2021), *Perspectives économiques 2021-2026*, juin 2021.
- Bureau fédéral du Plan, IBSA, Statistiek Vlaanderen et IWEPS (2021), *Perspectives économiques régionales 2021-2026*, juillet 2021.
- Conseil supérieur des Finances (2021), *Comité d'étude sur le vieillissement – rapport annuel*, juillet 2021.
- Cornelis, E., et al. (2012), *La mobilité en Belgique en 2010 : résultats de l'enquête BELDAM*, SPF Mobilité & Transports, Bruxelles. Projet financé par BELSPO, le SPF Mobilité & Transports et d'autres co-financiers et coordonné par le GRT (Université de Namur) en collaboration avec l'IMOB (UHasselt) et le CES (FUSL).
- Daubresse, C. et B. Laine (2020), *The PLANET Model: Methodological Report – PLANET 4.0*, Working Paper 01-20, Bureau fédéral du Plan.
- Daubresse, C. et B. Laine (2020), *Télétravail et demande de transport : une évaluation dans le modèle PLANET*, Working Paper 06-20, Bureau fédéral du Plan.
- Delhaye E., De Ceuster G., Vanhove F., Maerivoet S. (2017), *Internalisering van externe kosten van transport in Vlaanderen: actualisering 2016, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij*, MIRA, door Transport & Mobility Leuven.
- Franckx, L. (2019), *Future evolution of the car stock in Belgium: CASMO, the new satellite of PLANET*, Working Paper 01-19, Bureau fédéral du Plan.
- Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2013), *De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden*, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Nederland.
- Laine, B. et A. Van Steenberghe (2016), *Commuting subsidies in Belgium – Implementation in the PLANET model*, Working Paper 11-16, Federaal Planbureau.
- SPF Mobilité et Transports (2018), *Chiffres clés du télétravail en Belgique*, mars 2018.
- SPF Mobilité et Transports (2019), *Enquête MONITOR sur la mobilité des Belges*, décembre 2019.

Le Bureau fédéral du Plan

Le Bureau fédéral du Plan (BFP) est un organisme d'intérêt public chargé de réaliser, dans une optique d'aide à la décision, des études et des prévisions sur des questions de politique économique, socioéconomique et environnementale. Il examine en outre leur intégration dans une perspective de développement durable. Son expertise scientifique est mise à la disposition du gouvernement, du Parlement, des interlocuteurs sociaux ainsi que des institutions nationales et internationales.

Il suit une approche caractérisée par l'indépendance, la transparence et le souci de l'intérêt général. Il fonde ses travaux sur des données de qualité, des méthodes scientifiques et la validation empirique des analyses. Enfin, il assure aux résultats de ses travaux une large diffusion et contribue ainsi au débat démocratique.

Le Bureau fédéral du Plan est certifié EMAS et Entreprise Écodynamique (trois étoiles) pour sa gestion environnementale.

<https://www.plan.be>

e-mail : contact@plan.be

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

Éditrice responsable : Saskia Weemaes

Les publications du Bureau fédéral du Plan

Le Bureau fédéral du Plan (BFP) publie régulièrement les méthodes et résultats de ses travaux à des fins d'information et de transparence. Les publications du BFP s'organisent autour de trois séries : les Perspectives, les Working Papers, les Planning Papers. Le BFP publie également des rapports et occasionnellement, des ouvrages. Certaines des publications sont le fruit de collaborations avec d'autres institutions.

Toutes les publications du Bureau fédéral du Plan sont disponibles sur : www.plan.be

Les séries

Perspectives

L'une des principales missions du Bureau fédéral du Plan (BFP) est d'aider les décideurs à anticiper les évolutions futures de l'économie belge.

Le BFP établit deux fois par an, en février et en septembre, des prévisions à court terme pour l'économie belge, sous la responsabilité de l'Institut des comptes nationaux. Ces prévisions servent de base à la confection du budget de l'État et au contrôle budgétaire, d'où la dénomination de « budget économique ». Le BFP publie au printemps des perspectives économiques sur un horizon de cinq ans, dont une version préliminaire préparée en mars constitue le cadre macroéconomique du programme de

stabilité de la Belgique. Dans la foulée sont élaborées, en collaboration avec des institutions régionales, des perspectives économiques régionales.

Le BFP réalise également, une fois par an, des perspectives financières de long terme centrées sur le coût budgétaire du vieillissement ainsi qu'une analyse de la soutenabilité sociale des pensions, pour le compte du Comité d'étude sur le vieillissement dont il assure le secrétariat.

Chaque année, le BFP élabore, en collaboration avec Statbel, des perspectives démographiques. Tous les trois ans, le BFP élabore pour la Belgique des perspectives énergétiques. Tous les trois ans, il élabore également des perspectives d'évolution de la demande des transports en collaboration avec le SPF Mobilité et Transports. Dans ces trois domaines, ces perspectives sont réalisées sur un horizon de long terme.

Working Papers

Les Working Papers présentent les résultats des recherches en cours menées dans les domaines d'étude du BFP. Ils sont publiés en vue de contribuer à la diffusion de la connaissance de phénomènes essentiellement économiques et d'encourager le débat d'idées. D'autre part, ils fournissent une base conceptuelle et empirique en vue de la prise de décisions. Ils ont souvent un caractère technique et s'adressent à un public de spécialistes.

Planning Papers

Les Planning Papers présentent des études finalisées portant sur des thèmes de plus large intérêt. Ils ne s'adressent pas spécifiquement à un public spécialisé et sont disponibles en français et en néerlandais.

Autres publications

Rapports

Les rapports décrivent les résultats de travaux menés sur la base de missions légales ou en réponse à des demandes spécifiques formulées notamment par les autorités, le gouvernement ou le Conseil central de l'économie.

Ouvrages

Occasionnellement, le BFP publie des études sous forme d'ouvrages.