

A large, light gray, stylized graphic that resembles a hand or a wing, with several long, curved fingers or feathers extending from the left side towards the right. It serves as a background for the text.

Perspectives à long terme de l'évolution des transports en Belgique : projection de référence

Bart Hertveldt,
Bruno Hoornaert,
Inge Mayeres

Février 2009



Le Bureau fédéral du Plan

Le Bureau fédéral du Plan (BFP) est un organisme d'intérêt public.

Le BFP réalise des études sur les questions de politique économique, socio-économique et environnementale.

A cette fin, le BFP rassemble et analyse des données, explore les évolutions plausibles, identifie des alternatives, évalue les conséquences des politiques et formule des propositions.

Son expertise scientifique est mise à la disposition du gouvernement, du parlement, des interlocuteurs sociaux, ainsi que des institutions nationales et internationales.

Le BFP assure à ses travaux une large diffusion. Les résultats de ses recherches sont portés à la connaissance de la collectivité et contribuent au débat démocratique.

Internet

URL: <http://www.plan.be>

E-mail: contact@plan.be

Publications

Publications récurrentes:

Les perspectives économiques

Le budget économique

Le "Short Term Update"

Planning Papers (les derniers numéros)

L'objet des "Planning Papers" est de diffuser des travaux d'analyse et de recherche du Bureau fédéral du Plan.

105 *Perspectives de population 2007-2060*
Mai 2008

106 *Comptes satellites des transports en 2000 - Activités de support à la politique fédérale de mobilité et transports*
Maud Nautet - Août 2008

Working Papers (les derniers numéros)

1-09 *The impact of offshoring on employment in Belgium*
Bernhard Michel - Janvier 2009

2-09 *Le système d'innovation en Wallonie*
Bernadette Biatour, Christel Chatelain, Chantal Kegels - Février 2009

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

Imprimé par les soins du Service public fédéral Economie, PME, Classes moyennes et Energie.

Editeur responsable:

Henri Bogaert

Dépôt légal: D/2009/7433/4

Les travaux présentés dans ce document ont pour cadre une étude plus vaste co-financée par le SPF Mobilité et Transports. Les activités de soutien à la politique fédérale en matière de mobilité et de transports comprennent le développement et l'exploitation d'informations statistiques, l'élaboration de perspectives en matière de transports et le développement d'un outil d'aide à la décision.

Bureau fédéral du Plan

Avenue des Arts 47-49
B-1000 Bruxelles
Tél.: +32-2-5077311
Fax: +32-2-5077373
e-mail: contact@plan.be
<http://www.plan.be>

Service public fédéral Mobilité et Transports

Direction Mobilité

Rue du Progrès 56
B-1210 Bruxelles
Tél.: +32-2-2773880 of 2773879
Fax: +32-2-2774016
e-mail: dir.mob@mobilite.fgov.be
<http://www.mobilite.fgov.be>

Ce document est le fruit d'une collaboration entre les institutions susmentionnées. Il est simultanément publié sur leur site web respectif: www.plan.be, www.mobilite.fgov.be.

Remerciements

Nous remercions les Professeurs Michel Beuthe, Bruno De Borger, Bart Jourquin, le SPF Mobilité et Transports et la SNCB pour leurs remarques pertinentes. Nous adressons aussi nos remerciements à Ir. Ina De Vlieger et Ir. Liesbeth Schrooten (VITO), au Dr. Eric Cornelis (FUNDP), au Professeur Thierry Eggerickx et au Dr. Amel Bahri (UCL) pour leurs importantes contributions.



Table des matières

Executive Summary	1
Introduction	11
I Méthodologie	13
II Contexte	17
A. Cadre macroéconomique	17
1. Emploi par arrondissement	18
2. Production intérieure, importations et exportations par type de marchandises	19
B. Cadres démographique et sociodémographique	19
III Les déterminants du coût du transport	25
A. Coût monétaire	25
1. Transport de personnes	25
2. Transport de marchandises	28
B. Le coût en temps	29
1. Transport de personnes	29
2. Transport de marchandises	29
3. Vitesse	30
C. Coût environnemental	30
1. Emissions directes	30
2. Emissions indirectes	33
3. Valorisation monétaire des dommages causés par les émissions	35
IV Le transport de personnes	37
A. Nombre de trajets	37
B. Répartition géographique du transport de personnes	39
C. Nombre de passagers-kilomètres	40

D.	Parts relatives des différents moyens de transport et des déplacements effectués en heures de pointe et en heures creuses	41
V	Le transport de marchandises	47
A.	Tonnage transporté	47
1.	Tonnage transporté – transport national de marchandises	47
2.	Tonnage transporté – sorties de marchandises	48
3.	Tonnage transporté – entrées de marchandises	49
4.	Tonnage transporté – transit sans transbordement	50
5.	Valeur moyenne de la tonne transportée	51
6.	Tonnage transporté par air, mer et pipelines	51
7.	Tonnage transporté – route, rail et navigation intérieure	52
B.	Répartition géographique du transport de marchandises	53
C.	Nombre de tonnes-kilomètres	54
D.	Parts des différents modes et parts des heures creuses et de pointe	56
VI	Congestion et coûts environnementaux	59
A.	Congestion	59
B.	Impact sur l'environnement	60
1.	Emissions directes	60
2.	Emissions indirectes	61
3.	Coûts marginaux externes liés à l'environnement	63
C.	Un diagnostic de l'évolution du transport	65
VII	Variantes techniques	69
A.	Variante technique A : Croissance économique plus faible	72
B.	Variantes techniques B et C : Sensibilité du nombre de déplacements pour « autres motifs » et des déplacements domicile-travail au facteur prix	73
C.	Variante technique D : part plus élevée du transport maritime	75
VIII	Conclusions	77
IX	Bibliographie	79

X	Annexe	81
A.	Liste des abréviations	81
B.	Glossaire	81
C.	Classification des marchandises (nomenclature NST/R)	82
D.	Perspectives macroéconomiques	82
E.	Congestion dans PLANET : Principes de base	84
	1. Fonction vitesse – flux de circulation	84
	2. Procédure itérative	85
	3. Coût marginal externe de congestion	85
F.	Facteurs d'émissions pour le transport de marchandises	87



Executive Summary

L'efficacité du système de transport revêt une importance essentielle pour le développement économique de la Belgique. Toutefois, il apparaît aujourd'hui clairement que les transports ne contribuent pas seulement de façon positive à la prospérité économique, mais qu'ils entraînent aussi un certain nombre d'effets négatifs, comme en témoignent notamment les nombreux embouteillages et accidents de la route et la mauvaise qualité de l'air. Régulièrement, des politiques sont proposées afin de faire face à ces problèmes. L'objectif de ce rapport est de livrer un certain nombre d'éléments susceptibles de fonder une politique des transports, et ce, en donnant un aperçu des perspectives du transport dans notre pays. L'exercice a pour objectif d'élaborer des perspectives à long terme, ce qui implique de se concentrer sur les déterminants des tendances à long terme et moins sur les évolutions conjoncturelles. L'horizon de temps de cet exercice de prospective a été fixé à 2030. L'exercice laisse apparaître que pour certains indicateurs, l'évolution n'est pas aussi négative que ce que l'on imagine souvent mais que pour d'autres, le tableau est plus sombre.

a. Cadre d'analyse et hypothèses

i. Cadre macroéconomique et (socio-)démographique

Le scénario de référence prend comme hypothèse de départ une croissance annuelle moyenne du PIB de 2 % au cours de la période 2005-2030. Cette hypothèse est basée sur les perspectives à moyen et à long terme du Bureau fédéral du Plan publiées à la mi-2008. Ces publications ne tiennent pas encore compte des conséquences de la crise économique et financière. C'est pourquoi, outre le scénario de référence, une variante technique supposant une croissance économique annuelle plus faible sur la période 2009-2030, à savoir 1,5 % au lieu de 2 %, est étudiée.

Conformément aux perspectives démographiques officielles, la population totale en 2030 devrait être 14,7 % supérieure à celle de 2005. L'augmentation la plus sensible concerne le groupe des plus de 60 ans, qui devrait augmenter de 51 %.

En 2030, le nombre de personnes actives devrait avoir augmenté de 15 % par rapport à 2005. Le nombre d'étudiants augmenterait jusqu'en 2020 et diminuerait légèrement par la suite. En 2030, il y aurait ainsi 7 % d'étudiants en plus qu'en 2005. Durant la même période, le nombre d'inactifs devrait augmenter de 19 %.

ii. Déterminants du coût du transport dans le scénario de référence

La demande de transport dépend notamment de l'évolution des coûts du transport. Ces coûts comprennent tant les coûts monétaires que les coûts en temps et sont influencés par les politiques mises en œuvre.

Le scénario de référence part de l'hypothèse d'une poursuite de la politique des prix actuelle et de la mise en œuvre des directives européennes existantes, lesquelles prévoient l'adoption des nouvelles normes « Euro » et de normes d'efficacité énergétique pour les véhicules, ainsi qu'un recours croissant aux biocarburants. Dans le scénario de référence la part des biocarburants atteindrait en 2030 13,5 % de la consommation d'essence et 10 % de la consommation de diesel. L'évolution des prix de l'énergie est basée sur les dernières perspectives énergétiques de la Commission européenne. Il est ainsi supposé qu'en 2030, le prix du pétrole brut sera 13 % plus élevé qu'en 2008 en termes réels. Ceci implique que les prix réels de l'essence et du diesel à la pompe augmenteraient respectivement de 3,6 et de 5,5 % entre 2008 et 2030. En ce qui concerne l'évolution future du parc de véhicules, le scénario de référence postule une diminution relative de la part des voitures standard (essence et diesel). En 2005, ces véhicules représentaient 34,5 % (essence) et 64 % (diesel) du nombre total de véhicules-kilomètres. En 2030, les parts respectives de ces technologies ne représenteraient plus que 16,5 et 42 % du total. En revanche, les voitures hybrides et au CNG (gaz naturel comprimé) devraient représenter ensemble plus de 41 % des véhicules-kilomètres.

En ce qui concerne l'infrastructure, le scénario présuppose le maintien de l'infrastructure routière actuelle. Pour le transport ferroviaire et la navigation intérieure, il postule une vitesse moyenne constante.

Les résultats du scénario de référence comprennent des perspectives pour le transport de personnes et de marchandises, et pour deux types de coûts externes, à savoir les coûts de congestion et les coûts environnementaux (coûts de la pollution atmosphérique et coûts liés au changement climatique). Le tableau 1 présente une sélection des résultats obtenus.

TABEL 1 - Principaux résultats des perspectives à long terme du transport pour le scénario de référence

	2005		2030		Progression entre 2005 et 2030 (en %)
	Nombre (Milliards)	Part	Nombre (Milliards)	Part	
<i>Transport de personnes</i>					
Trajets					
Domicile-travail	2,3	24%	2,7	22%	15%
Domicile-école	1,1	12%	1,2	10%	7%
Autres motifs	6,1	64%	8,5	69%	40%
Total	9,6		12,4		30%
Passagers-kilomètres en Belgique					
Domicile-travail	34	27%	40	25%	18%
Domicile-école	8	6%	10	6%	29%
Autres motifs	83	66%	112	69%	35%
Total	125		163		30%

	2005		2030		Progression entre 2005 et 2030
	Nombre (Milliards)	Part	Nombre (Milliards)	Part	(en %)
Part des moyens de transport dans les passagers-kilomètres en Belgique					
Voiture en solo		52%		58%	
Covoiturage		32%		26%	
Train		6%		8%	
Bus/tram/méto		6%		4%	
Marche à pied/vélo		2%		2%	
Moto		1%		1%	
Transport de marchandises					
Tonnage transporté					
Route, rail, navigation intérieure	0,80	79%	1,22		51%
Navigation maritime et aérienne, pipelines	0,23	21%	0,40		70%
Total	1,04		1,61		56%
Tonnes-kilomètres en Belgique (route, rail, navigation intérieure)					
National	31	45%	44	39%	40%
Entrées	14	20%	28	25%	99%
Sorties	14	20%	24	22%	73%
Transit sans transbordement	10	14%	15	14%	52%
Total	70		112		60%
Part des moyens de transport dans les tonnes-kilomètres en Belgique					
Camion		72%		67%	
Camionnette		3%		3%	
Train		12%		15%	
Navigation intérieure		13%		14%	

Source: PLANET

b. Transport de personnes

On distingue trois motifs de déplacement pour le transport de personnes : domicile-travail, domicile-école et «autres motifs». Ces derniers concernent des déplacements effectués pour les loisirs, les courses, les vacances, etc. et représentaient 64 % du nombre total des déplacements en 2005.

De 2005 à 2030, le nombre total de trajets devraient augmenter de 30 %. Cette évolution s'explique principalement par une hausse sensible (de 40 %) du nombre de trajets effectués pour d'«autres motifs». Ceci dit, les trajets domicile-travail et domicile-école devraient augmenter eux aussi, avec des hausses respectives de 15 et 7 %.

Pour les trajets domicile-travail ou domicile-école, le nombre de passagers-kilomètres¹ devrait augmenter plus rapidement que le nombre de trajets, soit, respectivement, de 18 et 29 %. Cette évolution est attribuable à une augmentation de la distance moyenne des trajets. En revanche, pour les « autres motifs », la dis-

1. Un passager-kilomètre est un kilomètre parcouru par un passager ou un voyageur. Une tonne-kilomètre est un kilomètre parcouru par une tonne. Le glossaire en annexe X.B donne un aperçu de la terminologie spécifique aux transports utilisée dans ce rapport.

tance moyenne par trajet devrait légèrement diminuer. Si l'on considère ensemble tous les motifs de déplacement, la distance moyenne devrait rester pratiquement constante.

Six moyens de déplacement ont été pris en considération dans cette étude : le transport non motorisé (déplacements à pied et à vélo), le train, la voiture « en solo » (avec uniquement le conducteur), le covoiturage (au moins deux occupants), le bus, le tram et le métro (BTM), et, enfin, la moto. Pour chaque moyen de transport, les gens ont, en outre, le choix de se déplacer aux heures de pointe ou durant les heures creuses.

Actuellement, la voiture est le mode de transport dominant pour les trois motifs de déplacement considérés. Cette position dominante ne devrait pas changer entre 2005 et 2030. La part de la voiture dans le nombre total de passagers-kilomètres en Belgique resterait pratiquement constante autour de 84 %. Toutefois, une plus grande part de passagers-kilomètres serait parcourue par des conducteurs se déplaçant seuls, tandis que la part de covoiturage diminuerait. Comme évoqué plus loin, la vitesse du trafic routier diminue dans le scénario de référence. Les coûts en temps représentent une plus grande part des coûts du transport pour le covoiturage que pour la voiture en solo. C'est dans le cadre des déplacements pour " autres motifs " que la part de la voiture en solo augmente le plus. Pour les déplacements domicile-travail et domicile-école, les possibilités d'augmenter la part de la voiture en solo sont limitées.

La part du rail dans le nombre total de passagers-kilomètres devrait légèrement augmenter, et celle du transport en bus, trams et métros, diminuer. Cette dernière catégorie de transports en commun est en effet affectée, elle aussi, par la vitesse réduite du trafic routier ; or les coûts en temps pèsent assez lourd, comparative-ment parlant, pour ces modes de déplacement. Enfin, la part du transport non motorisé et des déplacements en moto resterait assez limitée.

Par ailleurs, une partie du transport de personnes se déplacerait des heures de pointe vers les heures creuses, en raison principalement d'une adaptation des déplacements pour " autres motifs ". La part des heures de pointe dans les passagers-kilomètres, qui était de 31 % en 2005, diminuerait pour s'établir autour de 28 %.

c. Transport de marchandises

Le transport de marchandises comprend le transport national, les entrées sur et les sorties du territoire et le transit sans transbordement (cf. annexe X.B). Conformément à la classification NST/R, une distinction est faite entre dix catégories de marchandises.

Le tonnage total transporté par la route, le rail et les voies navigables augmenterait globalement de 51 % entre 2005 et 2030. Pour les autres modes de transport (navigation maritime et aérienne, plus les pipelines), la hausse totale atteindrait 70 %.

Entre 2005 et 2030, les parts respectives des différents flux de marchandises dans le tonnage transporté par la route, le rail et les voies navigables devraient évoluer. La part du transport national devrait ainsi diminuer, tandis que celles des entrées et des sorties devraient augmenter. D'ici 2030, le transit sans transbordement de-

vrait reculer quelque peu en raison de l'augmentation des coûts du transport en Belgique.

Les tonnes-kilomètres parcourus en Belgique par la route, le rail et les voies navigables devraient augmenter de 60 % entre 2005 et 2030, soit une hausse plus sensible que celle du tonnage transporté. Cette évolution s'explique par un allongement de la distance moyenne par tonne transportée. Le transport national augmenterait de 40 % à l'horizon 2030. Le nombre de tonnes-kilomètres parcourus en Belgique en ce qui concerne les sorties et les entrées augmenterait respectivement de 73 % et 99 %. La progression moins soutenue dans le cadre des sorties s'explique par le poids croissant de la navigation maritime dans ce flux de transport, compte tenu de l'évolution de la nature des marchandises transportées. Enfin, le transit sans transbordement devrait augmenter de 52 %.

Pour le transport de marchandises en Belgique, une distinction a été faite entre quatre moyens de transport : les camions, les camionnettes, le rail et la navigation intérieure. En ce qui concerne le transport routier, il existe en outre un choix, comme pour le transport de personnes, entre les heures de pointe et les heures creuses.

D'ici 2030, il y aurait un transfert d'une partie du transport de marchandises, de la route vers les deux autres modes de transport considérés. La part du transport routier dans le nombre de tonnes-kilomètres passerait ainsi de 76 % en 2005 à 71 % en 2030. Ceci dit, les modes de transport empruntant le réseau routier restent dominants. Au sein même des transports routiers, il y aurait un glissement au profit des camionnettes au détriment des camions. Cette évolution s'explique principalement par un changement dans la nature des biens transportés, plutôt que par l'évolution des coûts du transport. En outre, la part des heures de pointe dans le transport routier devrait diminuer entre 2005 et 2030, passant de 27 à 22 % pour les camions et de 27 à 24 % pour les camionnettes.

d. Congestion

Le nombre de véhicules-kilomètres parcourus sur le réseau routier devrait fortement augmenter. La hausse attendue entre 2005 et 2030 est de 37 % pour les camions, 67 % pour les camionnettes et 38 % pour les voitures. Par conséquent, la vitesse moyenne sur le réseau routier continuerait à diminuer. En 2030, la vitesse durant les heures de pointe devrait diminuer de 31 % par rapport à 2005, tandis qu'aux heures creuses, la réduction de vitesse atteindrait 17 %. Ceci implique par ailleurs une forte augmentation des coûts marginaux externes de congestion, à savoir les coûts en temps qu'un usager de la route supplémentaire impose aux autres usagers.

L'évolution de la vitesse sur nos routes entraînerait le transfert d'une partie du transport vers les heures creuses. En 2030, la part des heures de pointe dans le nombre de véhicules-kilomètres des camions et des camionnettes atteindrait ainsi 24 %, contre 27 % en 2005. Pour les voitures, la part des heures de pointe passerait de 30 % en 2005 à 25 % en 2030.

e. Impact environnemental

Pour l'évaluation de l'impact des transports sur la pollution atmosphérique et le changement climatique, une distinction a été faite entre les émissions directes et indirectes. Les émissions directes sont produites lors de l'utilisation des moyens de transport, tandis que les émissions indirectes sont libérées lors de la production et du transport des carburants et lors de la production de l'électricité destinée aux transports ferroviaires.

En 2005, les émissions de gaz à effet de serre (CO_2 , CH_4 et N_2O) et de particules (PM) étaient responsables de la majeure partie des dommages environnementaux liés aux transports. Après 2005, les émissions directes de CO , NO_x , PM et COVNM diminueraient dans un premier temps avant de recommencer à augmenter légèrement. La réduction initiale des émissions est due à l'introduction de technologies plus propres. Toutefois, après 2020, l'effet positif de ces technologies serait partiellement annulé par la croissance du trafic. Ceci dit, en 2030, le niveau de ces émissions directes serait encore substantiellement inférieur à celui de 2005. En 2030, la baisse par rapport à 2005 atteindrait 54 % pour le CO , 40 % pour le NO_x , 63 % pour les PM et 54 % pour les COVNM. Les émissions directes de SO_2 devraient fortement diminuer, surtout entre 2005 et 2010, grâce à l'introduction de carburants à faible teneur en soufre. En 2030, les émissions directes de SO_2 seraient ainsi en recul de 79 % par rapport à leur niveau de 2005.

Les émissions directes de gaz à effet de serre augmenteraient pour leur part de 18 % entre 2005 et 2030. Pour ces émissions, l'effet d'un recours accru à des véhicules plus économes en énergie et aux biocarburants serait plus que compensé par la croissance du transport de personnes et de marchandises. L'augmentation des émissions totales (directes et indirectes) de gaz à effet de serre atteindrait 22 %, soit une hausse plus sensible que celle des seules émissions directes. Cette différence s'explique principalement par l'importance croissante des biocarburants, dont la production génère plus d'émissions indirectes que les carburants ordinaires.

f. Un diagnostic de l'évolution des transports

L'évolution prévue dans le scénario de référence est-elle optimale en termes d'efficacité du système de transport ? Le diagnostic peut être posé, entre autres, en comparant les taxes payées par kilomètre et les coûts marginaux externes. Les coûts marginaux externes sont les coûts qu'occasionne un usager de la route supplémentaire, mais dont celui-ci ne tient pas compte, à moins que les pouvoirs publics ne le confrontent à ces coûts d'une manière ou d'une autre. Si les usagers des transports ne sont pas suffisamment confrontés aux coûts externes, leur demande de transport ne sera pas optimale : ils feront trop de déplacements, la part des déplacements effectués durant les heures de pointe sera trop élevée, tout comme la part des transports routiers, etc. Les coûts externes les plus importants sont ceux liés à la congestion, aux dommages environnementaux et aux accidents de la circulation. Dans ce rapport, nous avons uniquement examiné les coûts de la congestion et les coûts liés à la pollution de l'air et au changement climatique.

Il convient de faire remarquer que le rôle des taxes sur le transport est triple : elles alimentent les caisses de l'Etat, elles peuvent servir à internaliser les coûts externes et elles peuvent contribuer à la réalisation des objectifs sociaux fixés par les

pouvoirs publics. Nous examinons ici dans quelle mesure les taxes existantes remplissent le second de ces rôles et laissons les deux autres rôles hors du champ de l'analyse.

La comparaison entre les taxes et les coûts marginaux externes révèle qu'en 2005 déjà, les taxes n'internalisent pas tous les coûts externes des transports. De plus, les taxes ne sont pas différenciées en fonction de l'heure des déplacements, alors que ce facteur fait fortement varier les coûts externes. La taxe est très insuffisante pendant les heures de pointe. Dans le cas de la voiture, cette taxe n'internalise en effet que 25 % des coûts externes pendant les heures de pointe. Pour les camions et les camionnettes, ce pourcentage est encore plus faible (respectivement 18 et 8 %). Durant les heures creuses, la taxe sur les voitures est 33 % trop élevée, mais elle n'internalise en revanche que 72 % et 42 % des coûts externes respectifs des camions et des camionnettes. En 2030, en cas de politique des prix inchangée, la taxe parviendrait encore nettement moins à internaliser les coûts externes, en raison de la forte augmentation attendue des coûts de congestion. Par ailleurs, l'importance des coûts marginaux externes liés à l'environnement devrait relativement diminuer entre 2005 et 2030.

TABEL 2 - Une comparaison des taxes et des coûts externes – 2005 et 2030 – scénario de référence (euro par 100 véhicules-km, voyageurs-km ou tonnes-km)

(euro par véhicule-km, voyageur-km ou tonne-km)								
Unité			2005			2030		
			Taxe	Coût externe	Taxe/coût externe	Taxe	Coût externe	Taxe/coût externe
Heures de pointe	Voiture	euro/100 véhicules-km	9,05	36,90	25%	7,51	108,30	7%
	Camion	euro/100 véhicules-km	14,31	80,00	18%	12,91	221,30	6%
	Camionnette	euro/100 véhicules-km	4,33	55,50	8%	3,46	162,90	2%
Heures creuses	Voiture	euro/100 véhicules-km	9,05	6,80	133%	7,51	15,20	50%
	Camion	euro/100 véhicules-km	14,31	19,80	72%	12,91	34,90	37%
	Camionnette	euro/100 véhicules-km	4,33	10,30	42%	3,46	23,10	15%
Train	Personnes	euro/100 voyageurs-km	-4,60	0,03		-4,41	0,02	
	Marchandises	euro/100 tonnes-km	-0,30	0,12		-0,31	0,10	
Navigation intérieure		euro/100 tonnes-km	0	0,40		0	0,30	

Source: PLANET

N.B. : Dans ce tableau, les coûts externes ne comprennent que les coûts environnementaux directs et les coûts de congestion.

Pour la navigation intérieure et le transport ferroviaire, il n'y a pas de concordance non plus entre les taxes et les coûts externes. La navigation intérieure ne paye simplement pas de taxes, malgré les coûts environnementaux qu'elle occasionne. Par ailleurs, d'importants subsides d'exploitation sont octroyés au transport ferroviaire de personnes, alors que le rail génère également des coûts environnementaux.

g. Conclusions

Le transport de personnes et de marchandises en Belgique devrait continuer à s'intensifier, si bien que les conditions de circulation deviendront impossibles sans la mise en œuvre de nouvelles mesures. La politique actuelle en matière d'émissions dans le secteur des transports devrait porter ses fruits en ce qui concerne les émissions directes de certains polluants " traditionnels " (CO, PM, COVNM, NO_x et SO₂). En revanche, les émissions de gaz à effet de serre liées au secteur des transports continueraient de grimper dans le scénario de référence. L'ampleur de la réduction des émissions de gaz à effet de serre à réaliser par le secteur dépendra notamment de la comparaison du coût d'une telle réduction dans le secteur des transports par rapport au coût dans les autres secteurs (secteur résidentiel, industrie, etc.).

L'augmentation persistante des coûts de congestion est sans doute la perspective la plus préoccupante. A cet égard, il convient toutefois de souligner une limite de l'étude, à savoir qu'elle se base sur une capacité constante de l'infrastructure routière. Ceci signifie que les coûts de congestion estimés doivent plutôt être considérés comme des plafonds. Les effets d'une extension de la capacité seront examinés à l'avenir en couplant le modèle actuel à un modèle de réseau. Ceci dit, même en développant cette capacité, les problèmes de congestion resteront importants, d'autant plus qu'une capacité accrue attirera de nouveaux usagers qui étaient auparavant découragés par les problèmes de congestion.

C'est pourquoi de nouvelles mesures s'imposent. Dans cette optique, le mieux serait de viser une meilleure concordance entre les taxes et les coûts externes, et ce,

par le biais d'une autre tarification. Une telle mesure est également nécessaire afin d'éviter que l'on n'investisse de manière excessive dans de nouvelles infrastructures alors que les flux de transport sont inefficaces. Une meilleure tarification peut donc être considérée comme une mesure complémentaire à des investissements dans la capacité de l'infrastructure de transport.

Sans surprise, un ralentissement de la croissance économique sur la période 2009-2030 déboucherait sur une baisse de la demande de transport. Le nombre total de passagers-kilomètres et de tonnes-kilomètres parcourus en Belgique devrait être respectivement 4,4 % et 16 % plus bas que dans le scénario de référence. Cela irait de pair avec une évolution moins négative des coûts externes du transport. Néanmoins, vu l'importance de ces coûts, la nécessité de mettre en place une politique de prix innovante resterait d'actualité.



Introduction

L'évolution de la situation des transports en Belgique est suivie avec attention par les décideurs en raison tant de la contribution positive des transports au développement économique du pays que de leurs impacts négatifs, à savoir les embouteillages quotidiens, les accidents de la route, les conséquences du changement climatique ou une mauvaise qualité de l'air. Des propositions de politiques sont régulièrement formulées pour résoudre les problèmes qui se posent dans ce domaine. Le présent rapport entend soutenir la politique des transports en dressant le profil de l'évolution à long terme des transports en Belgique à politique inchangée. Cette optique du long terme implique que l'on se focalise principalement sur les déterminants des tendances à long terme et moins sur les évolutions conjoncturelles.

Le Bureau fédéral du Plan a récemment reçu pour mission d'élaborer de telles perspectives à long terme à intervalles réguliers. Ce Planning Paper est le premier exercice du genre à être publié. L'analyse a été réalisée en collaboration avec le SPF Mobilité et Transports.

Ce Planning Paper est organisé en huit chapitres. Le chapitre I est consacré à la méthodologie. Il décrit succinctement les principales caractéristiques du modèle PLANET qui a été utilisé pour élaborer les perspectives de transport à long terme. Les deux chapitres suivants présentent le contexte et les hypothèses du scénario de référence. Le chapitre II décrit plus particulièrement les cadres macroéconomique, démographique et sociodémographique du scénario de référence. A cet égard, on a visé une cohérence maximale avec les perspectives et projections existantes du Bureau fédéral du Plan. Ensuite, le chapitre III s'intéresse plus particulièrement aux déterminants du coût du transport. Différents types de coût sont évoqués : le coût monétaire, le coût en temps et le coût environnemental. Pour ce dernier, l'étude est basée sur les données émanant du VITO (le *Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek*).

A la suite de la description des facteurs contextuels et des hypothèses du scénario de référence, l'étude présente les résultats de l'analyse prospective. Le chapitre IV est axé sur les perspectives à long terme du transport de personnes tandis que le chapitre V est consacré au transport de marchandises. Les coûts externes environnementaux et de congestion sont examinés dans le chapitre VI, qui tente également de répondre à la question de savoir si l'évolution dans le scénario de référence est optimale du point de vue de la société. Le chapitre VII présente quelques variantes techniques qui permettent d'estimer la sensibilité des résultats aux hypothèses du modèle. Enfin, le chapitre VIII présente les principales conclusions de l'étude et envisage un certain nombre de pistes de recherche pour l'avenir.



Méthodologie

Les perspectives d'évolution à long terme du transport en Belgique ont été réalisées à l'aide du modèle PLANET, un modèle de long terme axé sur les transports en Belgique. Il a été développé par le Bureau fédéral du Plan grâce à un financement du SPF Mobilité et Transports. Les principales caractéristiques du modèle PLANET (version 1.0) sont décrites dans le Working Paper 10-08 du Bureau fédéral du Plan¹.

Le modèle PLANET vise à :

- Elaborer des perspectives à long terme pour le transport de marchandises et de personnes en Belgique ;
- Simuler les effets des politiques de transport ;
- Réaliser des analyses coûts-bénéfices de ces politiques.

Le modèle est complémentaire par rapport aux modèles de transport existants en Belgique. La force de PLANET réside dans son horizon de projection à long terme, la modélisation simultanée du transport de personnes et de marchandises et la possibilité d'évaluer les effets de politiques sur le bien-être. Vu sa nature stratégique, il opère nécessairement à un niveau plus agrégé que certains autres modèles.

Le modèle PLANET se compose de sept modules interconnectés : le module *Macro*, le module *Génération de la demande de transport*, le module *Distribution des déplacements*, le module *Choix modal et temporel*, le module *Parc de véhicules*, le module *Bien-être* et le module *Politiques*. Les graphiques 1 et 2 illustrent la manière dont ces différents modules sont liés les uns aux autres.

Le module *Macro* établit des perspectives macroéconomiques au niveau des zones NUTS3 (arrondissements) en désagrégeant les résultats d'HERMES² et de MALTESE, deux modèles nationaux. Ces données sont ensuite complétées par des perspectives démographiques et sociodémographiques. Le module *Macro* fonctionne sur la base des trois principes suivants. Tout d'abord, ayant pour principal objet de fournir des perspectives à long terme, il s'intéresse surtout aux évolutions tendanciennes (et donc, moins aux mouvements cycliques) et à leurs déterminants. Deuxièmement, les résultats du module *Macro* sont considérés comme exogènes dans le reste du modèle. Seul l'impact des variables économiques et démographiques sur le transport est examiné. L'effet de retour des changements dans le secteur des transports sur les perspectives économiques et démographiques n'est donc pas pris en compte. Enfin, pour les perspectives macroéconomiques, l'approche utilisée est de type « top-down », ce qui signifie que les perspectives nationales pour la Belgique servent de point de départ et que

1. Desmet, R., B. Hertveldt, I. Mayeres, P. Mistiaen and S. Sissoko (2008), *The PLANET Model: Methodological Report*, PLANET 1.0, Study financed by the framework convention "Activities to support the federal policy on mobility and transport, 2004-2007" between the FPS Mobility and Transport and the Federal Planning Bureau, Working Paper 10-08, Bureau fédéral du Plan, Bruxelles.
2. HERMREG, version régionale de HERMES, est en cours de développement.

la modélisation est surtout axée sur la ventilation de ces perspectives nationales, tant par région géographique (jusqu'aux arrondissements) que par catégorie (NST/R)¹ de marchandises.

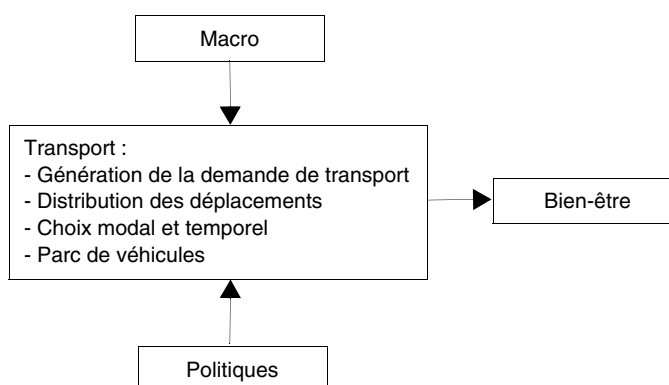
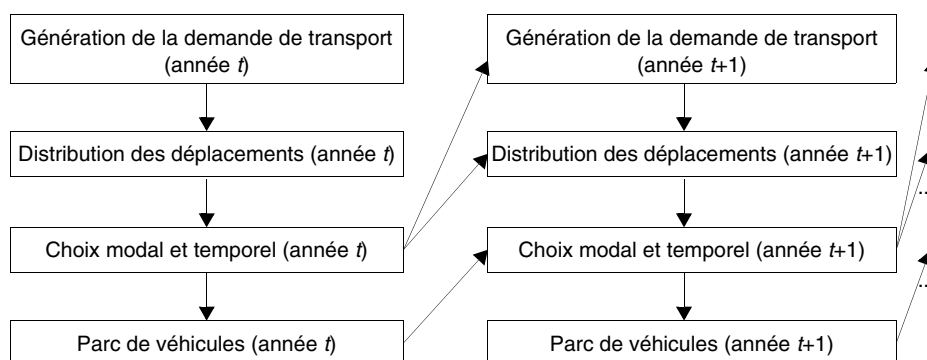
Le module *Politiques* donne un aperçu des politiques de transport menées dans le scénario de référence et dans les scénarios alternatifs. Les politiques concernent tant les instruments spécifiques au transport (comme les taxes sur les combustibles, les taxes sur l'achat de véhicules ou la tarification routière) que des instruments plus généraux (comme l'imposition du travail). Par ailleurs, le module décrit l'affectation d'une éventuelle augmentation des recettes fiscales nettes, ou, à l'inverse, le mode de financement d'une éventuelle baisse de ces recettes.

La partie du modèle PLANET consacrée au transport proprement dit comprend quatre modules. Le module *Génération de la demande de transport* détermine le nombre total de déplacements entre le domicile et le lieu de travail ou l'école selon l'arrondissement d'origine ou de destination. Ce module calcule en outre des projections pour le nombre total de trajets effectués pour d'« autres motifs » et pour le tonnage total transporté dans le cadre du transport national et international de marchandises. Les résultats de ce module sont utilisés pour alimenter le module *Distribution des déplacements*, lequel détermine le nombre de déplacements entre, d'une part, deux arrondissements belges, et, d'autre part, entre un arrondissement belge et un pays étranger. A l'étape suivante, le module *Choix modal et temporel* détermine les modes de transport qui sont utilisés pour les déplacements et, pour le transport routier, la plage horaire pendant laquelle s'effectuent les déplacements concernés (heures de pointe ou heures creuses). Ce choix dépend du coût généralisé des transports lié aux différents motifs, coût qui est égal à la somme des coûts monétaires et des coûts en temps. 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 des modes de transport et le flux de circulation. La demande de transport routier qui en résulte sert alors d'input pour le module *Parc de véhicules*. Ce module détermine la taille souhaitable du parc de véhicules, l'achat de véhicules neufs et la composition des achats. Enfin, le module *Choix modal et temporel* livre également des informations sur les coûts environnementaux des transports et sur les recettes publiques tirées des transports.

Dans certains cas, les résultats pour une année donnée (t) déterminent la demande de transports durant l'année suivante ($t+1$). Ainsi, l'on suppose que la demande de transport de personnes pour d'« autres motifs » et de transit de marchandises sans transbordement (défini dans le module de *Génération de la demande de transport*) dépend du coût généralisé moyen de ces flux de transport au cours de l'année précédente (comme défini dans le module *Choix modal et temporel*). Par ailleurs, le coût généralisé des transports influence la *distribution des déplacements* au cours de l'année suivante. Enfin, la composition du parc de véhicules (définie dans le module *Parc de véhicules*) a un impact sur le coût monétaire du transport routier durant l'année suivante.

Le module *Bien-être* calcule les effets des politiques alternatives de transport sur le bien-être. Ce module produit une analyse coûts-bénéfices des politiques incluses dans le module *Politiques*. L'évaluation tient compte des effets sur les consommateurs, les producteurs, les pouvoirs publics et l'environnement.

1. La définition des catégories NST/R est donnée à l'annexe X.C.

GRAPHIQUE 1 - Les modules PLANET**GRAPHIQUE 2 - Les liens entre les modules « transport » du modèle PLANET**



Contexte

A. Cadre macroéconomique

Pour le cadre macroéconomique, nous nous sommes efforcés d'assurer une cohérence maximale avec les perspectives de moyen et long terme du Bureau fédéral du Plan. Celles-ci sont respectivement élaborées avec HERMES, un modèle économétrique macrosectoriel de moyen terme, et MALTESE, un modèle macroéconomique de long terme spécialisé dans la problématique du vieillissement. Le scénario de référence se fonde sur les publications suivantes :

- Les perspectives à moyen terme d'HERMES pour la période 2008-2013, publiées en mai 2008 (BFP, 2008) ; l'horizon de projection a été porté à 2020 dans le cadre d'un exercice interne.
- Les perspectives MALTESE de juin 2008 (Comité d'étude sur le vieillissement, 2008) pour la période après 2020.

Partant de ces études, le scénario table sur une croissance annuelle moyenne de 2 % du PIB sur la période 2005-2030. Les effets de la crise économique et financière ne sont pas encore pris en compte dans les perspectives de moyen et long terme élaborées à la mi-2008. Actuellement, il est encore difficile de dire combien de temps la crise va durer, si elle va être suivie d'une période de croissance plus élevée et si elle va affecter la croissance à long terme. Pour évaluer l'impact d'une de ces évolutions incertaines, à savoir une croissance économique moyenne annuelle plus faible sur la période 2009-2030, une variante technique a été développée : elle suppose une croissance de 1,5 % au lieu de 2%. Cette variante est traitée dans la partie VII.A.

L'annexe X.D présente certains résultats des perspectives à moyen et long terme. Une approche top-down a permis de réaliser des perspectives à un niveau plus désagrégé¹, entre autres pour les inputs suivants du scénario de référence :

- l'emploi par arrondissement (du lieu de travail) ;
- la production de biens par arrondissement selon la nomenclature NST/R (à prix constants) ;
- la production totale par arrondissement (à prix constants) ;
- les importations et exportations de biens par produit NST/R (à prix constants) et la part des produits importés réexportés.

Trois de ces inputs sont abordés plus en détail ci-dessous.

1. Pour une description de la méthodologie, voir Desmet et al. (2008).

1. Emploi par arrondissement

Le tableau 3 présente les parts des différents arrondissements dans l'emploi total, telles qu'observées entre 1970 et 2005 et telles que projetées à l'horizon 2030. La part totale des cinq principaux arrondissements (Bruxelles, Anvers, Liège, Gand et Charleroi – sur la base de la situation en 1970) est passée de 47,4 % en 1970 à 40,0 % en 2005. Seul l'arrondissement de Gand a connu une faible croissance entre 1970 et 2005. La part totale de ces cinq zones devrait continuer à baisser jusqu'à 39,2 % en 2030.

La part totale des arrondissements de taille moyenne (11 zones avec une part entre 2 et 4 % en 1970) a crû sensiblement de 30,2 % en 1970 à 36,0 % en 2005 et devrait encore progresser jusqu'à 36,4 % en 2030. Parmi ce groupe, les trois zones les plus dynamiques sont Halle-Vilvoorde, Nivelles et Turnhout. Seules deux zones ont vu leur part diminuer : Verviers et Mons.

TABEAU 3 - Répartition régionale de l'emploi par zone NUTS3 – scénario de référence

	1970	2005	2030		1970	2005	2030
Bruxelles-Capitale	19,10	15,61	15,69	Oostende	1,22	1,15	1,05
Antwerpen	10,87	10,19	9,78	Tongeren	1,09	1,28	1,28
Liège	7,17	5,18	4,91	Maaseik	1,04	1,81	1,90
Gent	5,35	5,61	5,69	Oudenaarde	1,01	0,97	1,10
Charleroi	4,92	3,40	3,17	Thuin	0,90	0,80	0,79
Halle-Vilvoorde	3,99	5,64	6,02	Ieper	0,83	0,95	0,94
Hasselt	3,35	4,06	4,00	Dinant	0,71	0,74	0,76
Leuven	3,11	3,86	3,84	Tielt	0,70	0,93	1,10
Kortrijk	2,87	3,03	3,00	Mouscron	0,70	0,66	0,67
Turnhout	2,86	3,95	4,15	Huy	0,59	0,72	0,74
Mechelen	2,57	2,99	3,07	Eeklo	0,54	0,59	0,59
Brugge	2,55	2,81	2,57	Ath	0,54	0,50	0,52
Verviers	2,36	2,21	2,20	Arlon	0,46	0,48	0,50
Namur	2,36	2,50	2,50	Veurne	0,44	0,55	0,52
Mons	2,14	1,82	1,72	Neufchâteau	0,43	0,51	0,56
Nivelles	2,07	3,09	3,31	Philippeville	0,43	0,38	0,37
Aalst	1,86	1,86	1,82	Waremmes	0,36	0,39	0,43
Sint-Niklaas	1,72	1,98	2,00	Marche-en-Famenne	0,33	0,49	0,51
Soignies	1,45	1,17	1,17	Diksmuide	0,32	0,39	0,39
Roeselare	1,39	1,54	1,53	Bastogne	0,30	0,31	0,34
Tournai	1,37	1,23	1,17	Virton	0,27	0,28	0,29
Dendermonde	1,35	1,34	1,35				

Source : INS, ICN, Perspectives BFP

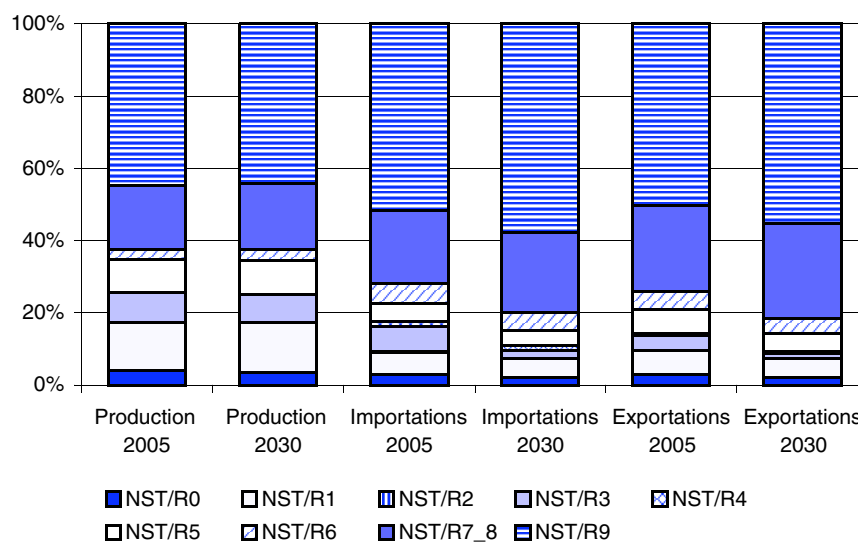
La part totale des arrondissements de petite taille (27 zones représentant chacune une part de moins de 2 % en 1970) a évolué de 22,4 % en 1970 à 24,0 % en 2005, et on s'attend à ce qu'elle atteigne 24,4 % en 2030. Les arrondissements ayant connu la plus forte évolution sont : Maaseik, Tielt, Tongeren, Sint-Niklaas et Marche-en-Famenne. Par contre, Soignies et Tournai ont vu leur poids diminuer le plus.

De manière générale, ces évolutions permettent de conclure que l'emploi en Belgique a été géographiquement moins concentré sur la période 1970-2005, les arrondissements de taille petite et moyenne ayant connu une progression plus importante de l'emploi que les cinq grands arrondissements (historiques). Dans le scénario de référence, cette tendance devrait se poursuivre jusqu'en 2030, mais à un rythme moins soutenu.

2. Production intérieure, importations et exportations par type de marchandises

Le graphique 3 présente les projections de production intérieure, d'importations et d'exportations par catégorie NST/R. En vue de déterminer la production intérieure, les perspectives macroéconomiques par branche d'HERMES sont affectées aux catégories NST/R au moyen de clés de répartition sur la base des données des tableaux entrées-sorties 2000. Ces clés de répartition sont supposées rester constantes dans le temps. Par conséquent, les parts des catégories NST/R dans la production intérieure de biens n'évoluent pas sensiblement dans le scénario de référence. Au niveau des échanges internationaux, on observe une forte progression de la part des catégories NST/R 7, 8 et 9, au détriment des autres catégories NST/R et surtout des produits énergétiques (NST/R2 et 3). La diminution des parts des produits agricoles (NST/R0) et énergétiques est la prolongation d'une tendance historique.

GRAPHIQUE 3 - Production, importations et exportations de marchandises par catégorie NST/R (%) – scénario de référence



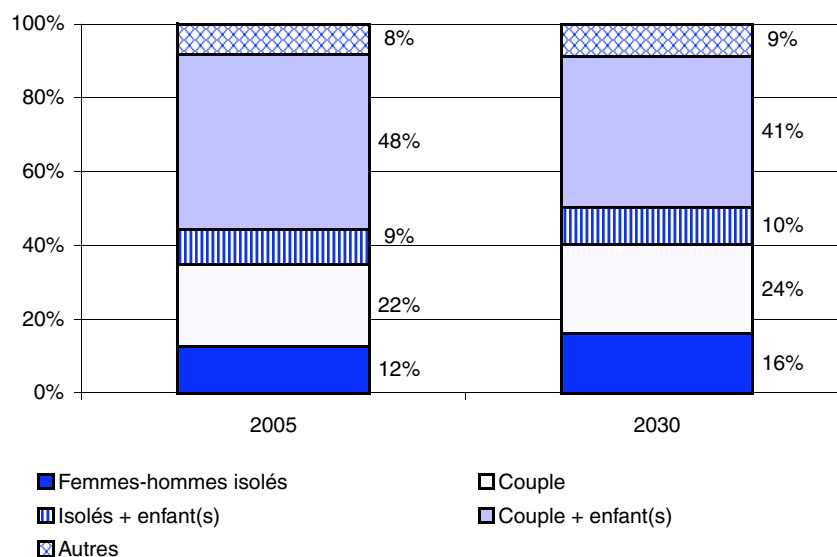
Source : ICN, Perspectives PLANET

B. Cadres démographique et sociodémographique

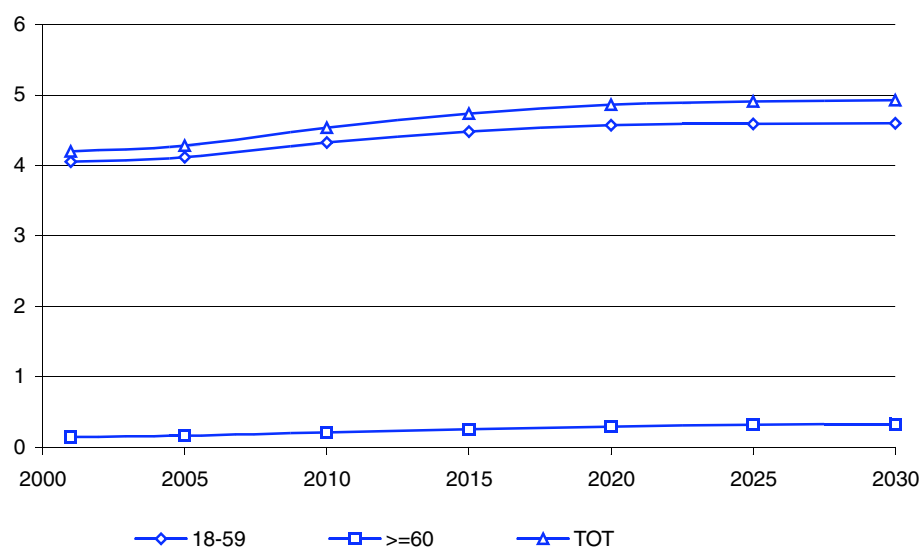
Le modèle PLANET intègre les projections démographiques du BFP et de la DGSIE (2008), qui ont été élaborées par arrondissement, âge et sexe. Entre 2005 et 2030, la population totale augmenterait de 14,7 %. Le nombre de femmes progresserait

un peu plus sensiblement que le nombre d'hommes (respectivement de 14,93 % et de 14,47 %). Le groupe d'âge de 0 à 17 ans devrait croître de 10 %, le groupe de 18 à 59 ans de 2 % et le groupe de 60 ans et plus de 51 %. De plus, le modèle tient également compte du type de ménage auquel les personnes appartiennent. Des études empiriques montrent que le type de ménage peut avoir une incidence sur la demande de transport. Cinq types de ménages sont distingués : les isolés, les isolés avec enfant(s), les couples, les couples avec enfant(s) et les 'autres ménages'. Cette dernière catégorie englobe les personnes vivant en collectivité (par exemple en maison de retraite, dans une institution ou en prison) et les ménages se composant de plusieurs noyaux familiaux. Les projections par type de ménage sont élaborées à partir d'une étude du GÉDAP (Desmet et al., 2007). Entre 2005 et 2030, la part des personnes vivant en couple avec des enfants devrait diminuer tandis que la part des autres types de ménages augmenterait (graphique 4). En termes relatifs, la plus forte progression concernerait les isolés.

GRAPHIQUE 4 - Part des différents types de ménages en 2005 et 2030 – scénario de référence

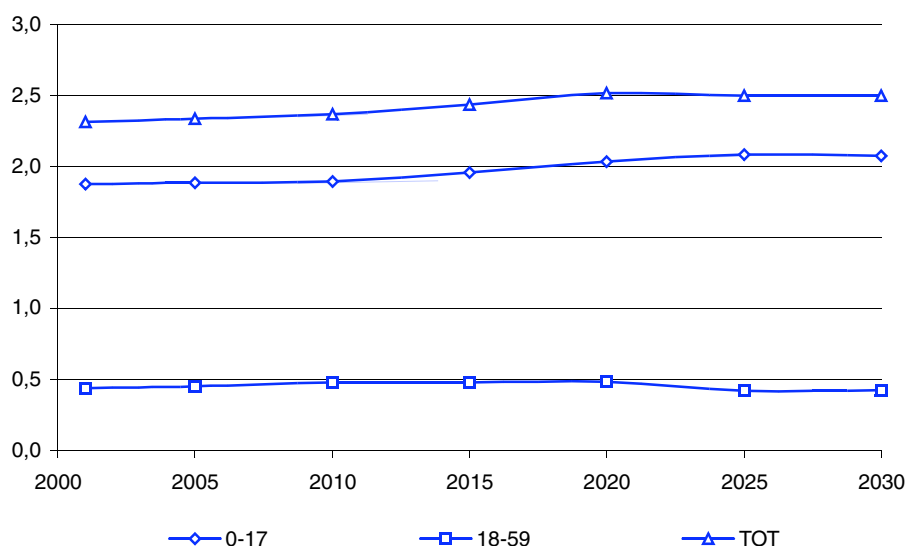


Le nombre d'actifs occupés, d'étudiants et d'inactifs par groupe d'âge est déterminé à l'aide du modèle MALTESE. Le graphique 5 présente le nombre de personnes actives occupées par groupe d'âge. Ce chiffre augmenterait jusqu'en 2025 pour ensuite rester plus ou moins constant jusqu'en 2030. En 2030, le nombre de personnes actives occupées serait 15 % plus élevé qu'en 2005. Quant à la part des personnes de plus de 59 ans, elle devrait légèrement augmenter.

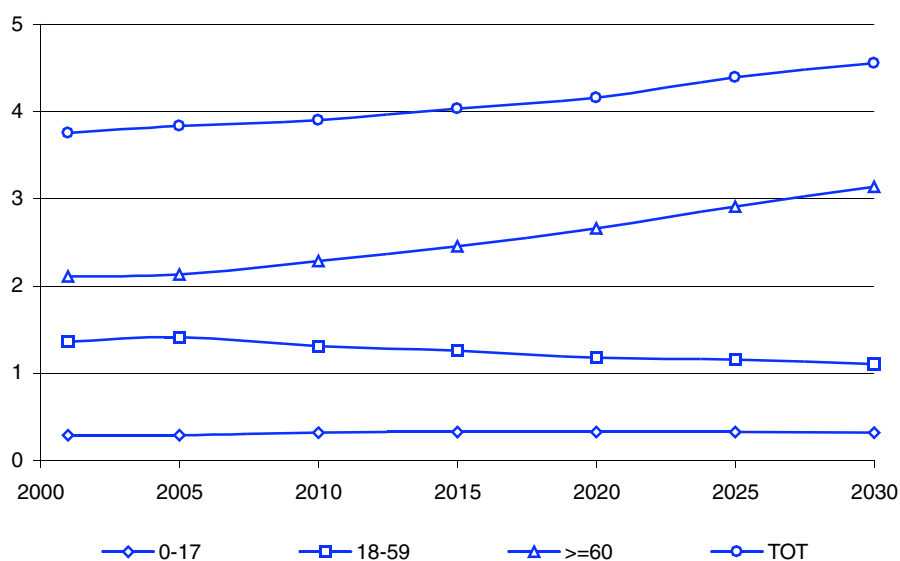
GRAPHIQUE 5 - Nombre d'actifs occupés par groupe d'âge (en millions) – scénario de référence

Source : BFP

Le graphique 6 présente l'évolution du nombre d'étudiants dans le scénario de référence. Leur nombre devrait augmenter jusqu'en 2020 pour ensuite légèrement diminuer. En 2030, il y aurait 7 % d'étudiants de plus qu'en 2005. Leur part dans le groupe d'âge de 18 à 59 ans devrait diminuer. Le graphique 7 montre l'évolution du nombre d'inactifs par groupe d'âge dans le scénario de référence. Leur nombre devrait augmenter de 19 % entre 2005 et 2030. Cette évolution est principalement due à la progression du groupe d'âge le plus âgé parmi les trois. Par contre, la part des deux autres groupes devrait diminuer.

GRAPHIQUE 6 - Nombre d'étudiants par groupe d'âge (en millions) – scénario de référence

Source : BFP

GRAPHIQUE 7 - Nombre d'inactifs par groupe d'âge (en millions) – scénario de référence

Source : BFP

Les deux tableaux suivants donnent, sur la base du domicile, la part des arrondissements et régions dans la population active occupée et dans la population scolaire. Dans la plupart des cas, les parts n'évolueraient pas sensiblement entre 2005 et 2030 : de moins de 0,3 point de pourcentage. L'évolution la plus forte interviendrait à Bruxelles : les populations active occupée et scolaire verraient leur part progresser respectivement de 1,5 et 2,1 points de pourcentage.

TABEAU 4 - Part des arrondissements et des Régions dans la population active occupée – 2005 et 2030 – scénario de référence

<i>Arrondissement</i>	2005	2030	<i>Arrondissement</i>	2005	2030
Bruxelles-Capitale	8,5%	10,0%	Nivelles	3,6%	3,9%
Antwerpen	9,1%	9,2%	Ath	0,7%	0,8%
Mechelen	3,2%	3,2%	Charlerloi	3,2%	3,1%
Turnhout	4,4%	4,1%	Mons	1,9%	1,9%
Hasselt	3,9%	3,7%	Mouscron	0,6%	0,6%
Maaseik	2,3%	2,0%	Soignies	1,5%	1,6%
Tongeren	1,9%	1,7%	Thuin	1,2%	1,2%
Aalst	2,8%	2,7%	Tournai	1,3%	1,2%
Dendermonde	2,0%	1,8%	Huy	1,0%	1,0%
Eeklo	0,8%	0,8%	Liège	4,9%	5,0%
Gent	5,4%	5,4%	Verviers	2,6%	2,7%
Oudenaarde	1,2%	1,2%	Waremmme	0,7%	0,8%
Sint-Niklaas	2,3%	2,3%	Arlon	0,5%	0,6%
Halle-Vilvoorde	6,0%	6,3%	Bastogne	0,4%	0,5%
Leuven	5,0%	4,8%	Marche-en-Famenne	0,5%	0,5%
Brugge	2,8%	2,4%	Neufchâteau	0,5%	0,6%
Diksmuide	0,5%	0,4%	Virton	0,5%	0,5%
Ieper	1,1%	0,9%	Dinant	0,9%	1,0%
Kortrijk	2,9%	2,5%	Namur	2,7%	2,8%
Oostende	1,4%	1,2%	Philippeville	0,5%	0,5%
Roeselare	1,5%	1,3%			
Tielt	1,0%	0,9%			
Veurne	0,5%	0,5%			
<i>Région</i>	2005	2030			
Région Bruxelles-Capitale	8,5%	10,0%			
Région flamande	61,7%	59,3%			
Région wallonne	29,8%	30,7%			

Source : PLANET

TABLEAU 5 - Part des arrondissements et des Régions dans la population scolaire – 2005 et 2030 – scénario de référence

<i>Arrondissement</i>	2005	2030	<i>Arrondissement</i>	2005	2030
Bruxelles-Capitale	10,3%	12,4%	Nivelles	4,1%	4,3%
Antwerpen	8,9%	9,2%	Ath	0,8%	0,8%
Mechelen	2,8%	2,8%	Charlerloi	4,0%	3,8%
Turnhout	3,6%	3,4%	Mons	2,5%	2,4%
Hasselt	3,6%	3,3%	Mouscron	0,6%	0,6%
Maaseik	2,1%	1,8%	Soignies	1,7%	1,8%
Tongeren	1,6%	1,5%	Thuin	1,4%	1,3%
Aalst	2,2%	2,2%	Tournai	1,3%	1,2%
Dendermonde	1,6%	1,6%	Huy	1,0%	1,0%
Eeklo	0,7%	0,6%	Liège	5,8%	5,8%
Gent	5,4%	5,3%	Verviers	2,7%	2,6%
Oudenaarde	1,0%	1,0%	Waremmme	0,7%	0,8%
Sint-Niklaas	2,1%	2,1%	Arlon	0,5%	0,6%
Halle-Vilvoorde	5,5%	6,0%	Bastogne	0,4%	0,5%
Leuven	4,9%	4,9%	Marche-en-Famenne	0,5%	0,5%
Brugge	2,3%	1,8%	Neufchâteau	0,6%	0,6%
Diksmuide	0,4%	0,4%	Virton	0,5%	0,6%
Ieper	0,9%	0,8%	Dinant	1,0%	1,0%
Kortrijk	2,5%	2,1%	Namur	3,1%	3,1%
Oostende	1,2%	1,0%	Philippeville	0,6%	0,6%
Roeselare	1,2%	1,1%			
Tielt	0,8%	0,7%			
Veurne	0,5%	0,4%			
<i>Région</i>	2005	2030			
Région Bruxelles-Capitale	10,3%	12,4%			
Région flamande	55,7%	53,8%			
Région wallonne	34,0%	33,7%			

Source : PLANET



Les déterminants du coût du transport

L'évolution de la demande de transport dans le scénario de référence est déterminée, entre autres, par l'évolution des coûts du transport. Ces coûts comprennent tant les coûts monétaires que les coûts en temps, et sont influencés par la politique mise en œuvre. Parallèlement à cela, le modèle calcule le coût environnemental des transports. Pour ce faire, il a été fait appel aux connaissances du VITO dans ce domaine. Les émissions tant indirectes que directes ont été prises en compte.

Le scénario de référence part de l'hypothèse d'une poursuite de la politique actuelle et de la mise en œuvre des directives européennes existantes, lesquelles prévoient de nouvelles normes « Euro » et des normes d'efficacité énergétique pour les véhicules, ainsi qu'un recours accru aux biocarburants. L'évolution des prix de l'énergie est basée sur les prévisions de la Commission européenne. Pour l'évolution future du parc de véhicules, le scénario se base sur Logghe et al. (2006).

Les paragraphes qui suivent présentent une analyse plus fouillée des déterminants du coût du transport dans le scénario de référence.

A. Coût monétaire

1. Transport de personnes

En ce qui concerne les transports en commun, les prix des producteurs et les subventions sont fondés sur les observations relevées jusqu'en 2005 pour les bus/tram/méto (BTM) et jusqu'en 2007 pour le transport ferroviaire. Pour les années ultérieures, le coût monétaire des transports en commun est supposé rester constant en termes réels.

S'agissant du coût de l'utilisation d'une voiture, nous distinguons plusieurs catégories de coûts.

a. Coût de l'achat du véhicule et coût annuel de son utilisation

Le modèle prend en considération les technologies suivantes : les voitures à essence, les voitures hybrides à essence, les voitures diesel, les voitures hybrides diesel, les voitures GPL (gaz de pétrole liquéfié) et les voitures GNC (gaz naturel comprimé). Pour les technologies standard (essence, diesel, GPL), le coût d'achat et le coût annuel d'utilisation sont supposés rester constants en termes réels. Pour les véhicules hybrides, le scénario tient compte d'un coût supplémentaire par

rapport aux véhicules standard. Le coût supplémentaire s'élève à 5 000 euros jusqu'en 2010 et diminue ensuite de façon linéaire jusqu'à 3 250 euros en 2020. Au niveau des véhicules GNC, le coût supplémentaire par rapport aux véhicules à essence est de 3 000 euros en 2010 et est supposé baisser de manière linéaire jusqu'à 2 500 euros en 2020. Le coût annuel des technologies hybrides est supposé être le même que pour les véhicules non hybrides et le coût annuel des véhicules GNC est supposé être égal à celui des voitures à essence.

b. Coût variable de l'utilisation de la voiture

Les dépenses futures en carburant dépendent de l'évolution de l'efficacité énergétique du parc et du prix des carburants. Pour ce qui est des voitures diesel et à essence, l'évolution de l'efficacité énergétique est fonction de la part des véhicules hybrides dans le nombre de véhicules-kilomètres. Cette part est tirée de Logghe et al. (2006) et est synthétisée au tableau 6. L'efficacité énergétique selon la technologie est présentée au tableau 7 et est basée sur des analyses du VITO.

TABEAU 6 - Part des différentes technologies dans les kilomètres parcourus en voiture – scénario de référence

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Essence	34,5%	27,7%	26,0%	20,5%	17,8%	16,5%
Hybride essence		1,6%	1,5%	4,8%	6,4%	7,5%
Diesel	64,0%	67,6%	58,6%	51,0%	45,5%	42,3%
Hybride diesel			7,5%	14,7%	19,7%	22,4%
GPL	1,5%	0,9%	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%
GNC		2,2%	6,0%	8,7%	10,3%	11,2%

Source : Logghe et al. (2006)

TABEAU 7 - Consommation moyenne de carburant par 100 véhicules-kilomètres – scénario de référence

Technologie	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Essence (moyenne)(l/100km)	8,4	7,8	7,2	6,8	6,8	7,1
Diesel (moyenne)(l/100km)	6,7	6,2	5,7	5,5	5,6	5,8
GPL (l/100km)	10,8	10,3	9,6	9,4	9,7	10,3
GNC (Nm ³ /100km)	8,1	8,1	7,8	7,7	7,3	7,1
Moto (l/100km)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8

Source : VITO et calculs BFP

L'évolution de l'efficacité énergétique est analysée pour le parc automobile moyen en circulation pendant l'année étudiée et tient donc compte de l'évolution de la part des différentes classes Euro et des cylindrées¹. Dans la version actuelle du modèle, cette évolution est supposée être exogène. La consommation moyenne de carburant des véhicules à essence, au diesel et GPL diminue jusqu'en 2020 pour ensuite augmenter légèrement. Cette évolution s'explique par la progression de la cylindrée moyenne de ces voitures après 2020, tel que supposé dans l'étude du VITO.

Les prix des carburants sont basés, jusqu'au troisième trimestre 2008, sur les statistiques de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) et du Bureau fédéral du

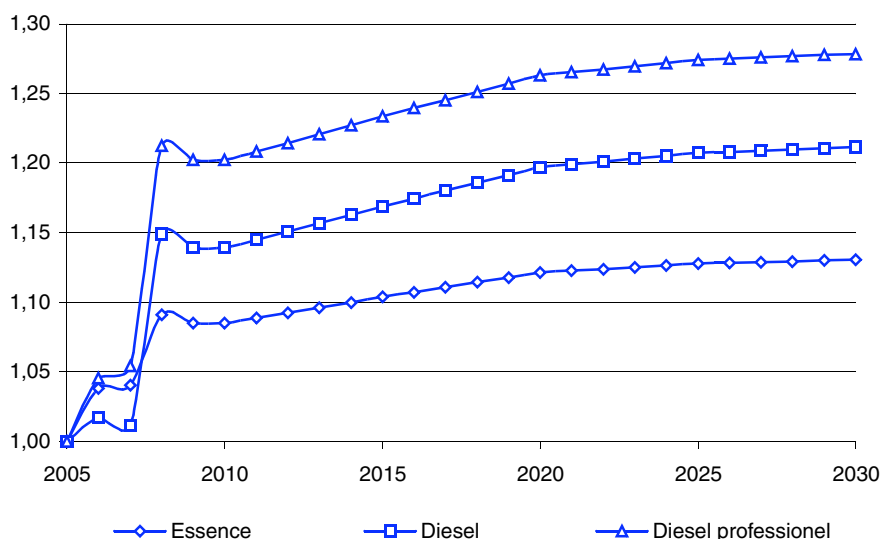
1. Les classes Euro se rapportent aux normes d'émission imposées par l'Union européenne. Le VITO prend en considération trois catégories de cylindrées : 0-1400cc, 1401-2000cc et ≥2001cc.

Plan (BFP). Ces prix englobent les éléments suivants : le prix du producteur, la marge de distribution, les accises et la TVA. Le scénario de référence table sur l'hypothèse que les accises resteront inchangées en termes réels et que le taux de TVA ne sera pas modifié. Les seules composantes qui évolueront sont : le prix du producteur et les marges de distribution. Elles sont supposées évoluer au même rythme. L'évolution de ces deux composantes est basée sur le dernier scénario de référence de la DGTREN (CE, 2008). Ainsi, le prix du pétrole brut en termes réels devrait être 13 % plus élevé en 2008 qu'en 2030, ce qui implique que le prix réel de l'essence et du diesel à la pompe devrait augmenter respectivement de 3,6 % et de 5,5 % entre 2008 et 2030. Le graphique 8 montre l'évolution des prix des carburants (hors TVA) par rapport à 2005.

Les autres coûts variables sont maintenus constants en termes réels.

Le tableau 8 présente l'évolution du coût monétaire réel par passager-kilomètre.

GRAPHIQUE 8 - Evolution du prix réel du carburant (hors TVA) – indice 2005 = 1 – scénario de référence



Source : AIE, BFP et CE (2008)

TABLEAU 8 - Coût monétaire réel par passager-kilomètre – indice 2005 = 1 – scénario de référence

Motif & mode	2010	2015	2020	2025	2030
Voiture	0,98	0,97	0,97	0,98	0,99
Moto	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03
Bus/tram/métro					
Travail	1,01	1,03	1,04	1,04	1,03
Ecole	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
Autre	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Train					
Travail	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92
Ecole	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86
Autre	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96

Source : PLANET

2. Transport de marchandises

Pour ce qui est du transport routier de marchandises, tous les coûts de ressources sont supposés rester constants en termes réels, sauf les dépenses en carburant. L'évolution de l'efficacité énergétique des camions et camionnettes est basée sur des analyses du VITO (voir le tableau 9). La progression de la consommation moyenne de carburant des camions entre 2005 et 2030 est attribuable à la part croissante des véhicules plus lourds. L'évolution correspondante du taux de chargement moyen est résumée au tableau 10.

TABLEAU 9 - Consommation moyenne de carburant (l/100 véhicules-kilomètres) – scénario de référence

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Camionnette	9,5	9,2	9,1	9,1	9,1	9,1
Camion	39,5	40,4	41,3	41,7	42,0	42,3

Source : VITO

TABLEAU 10 - Taux de chargement des camionnettes et camions – indice 2005 = 1 – scénario de référence

	2010	2015	2020	2025	2030
Camionnette	1	1	1	1	1
Camion	1,04	1,07	1,09	1,10	1,11

Source : calculs BFP basés sur le VITO

L'évolution du prix des carburants est résumée au graphique 8. Il est tenu compte de la suppression, à partir de 2008, du remboursement des accises pour le diesel professionnel.

En ce qui concerne le transport ferroviaire et la navigation intérieure, l'ensemble des coûts de ressources est supposé rester constant en termes réels, sauf le coût de la consommation de diesel. Celui-ci est fonction de l'évolution à la fois de l'efficacité énergétique (donnée du VITO) et du prix du diesel. Le tableau 11 synthétise l'évolution du coût monétaire réel par tonne-kilomètre.

TABLEAU 11 - Coût monétaire réel par tonne-kilomètre – indice 2005 = 1 – scénario de référence

	2010	2015	2020	2025	2030
Transport routier					
Camion ¹	1,06	1,06	1,06	1,06	1,05
Camionnette	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Transport ferroviaire ²	0,99	0,97	0,97	0,97	0,97
Navigation intérieure	1,09	1,10	1,11	1,12	1,12

¹ Transport national par des camions belges

² Transport ferroviaire national de NST/R9

Source : PLANET

B. Le coût en temps

1. Transport de personnes

Au niveau du transport de personnes, le temps de transport englobe les composantes suivantes : le temps passé dans le véhicule, le temps de marche et d'attente et le temps nécessaire pour effectuer un trajet initial (si un deuxième mode motorisé est utilisé). Dans l'ensemble des scénarios, toutes les composantes sont supposées constantes, sauf le temps passé dans le véhicule. Le coût en temps est obtenu en multipliant les différentes composantes du temps de transport par la valeur du temps fondée sur des études européennes (Tableau 12). La valeur du temps est le montant que l'on est prêt à payer pour économiser du temps ou que l'on souhaite obtenir en compensation d'une perte de temps.

TABLEAU 12 - La valeur du temps en 2005 (euro/heure en prix constants de 2000)

Mode	Motif		
	Travail	Ecole	Autre
Voiture en solo, moto, train	7,71	6,47	6,47
Covoiturage	6,17	5,17	5,17
Bus/tram/métro	5,48	4,59	4,59
Marche à pied/vélo	6,71	5,62	5,62

Source : Bickel et al. (2006)

En ce qui concerne l'évolution future de la valeur du temps, nous avons suivi la recommandation de Bickel et al. (2006) : appliquer une élasticité¹ intertemporelle de 0,5 à 0,7 par rapport au produit intérieur brut (PIB) réel par tête. L'évolution du PIB réel par tête est basée sur les perspectives macroéconomiques. Le résultat est donné au tableau 13.

2. Transport de marchandises

S'agissant du transport de marchandises, la valeur du temps et son évolution sont basées sur Koopmans et de Jong (2005). Ces derniers proposent d'appliquer l'évolution du coût réel du travail dans le secteur des transports à la partie de la valeur du temps liée au travail. Dans le transport routier, 50 % de la valeur du temps est liée au travail, contre 25 % pour les deux autres modes. L'évolution du coût réel du travail dans le secteur du transport est basée sur les perspectives macroéconomiques. Le tableau 13 présente l'évolution de la valeur du temps pour le transport des marchandises, et ce, par rapport à 2005.

1. Une élasticité mesure la sensibilité d'une variable par rapport à une autre variable. L'élasticité de la variable x par rapport à la variable y est l'évolution en pour cent de x suite à une variation d'1 % de y.

TABEAU 13 - La valeur du temps dans le cadre du transport de personnes et de marchandises – indice 2005 = 1 – scénario de référence

	2010	2015	2020	2025	2030
Transport de personnes					
Voiture, train, moto	1,06	1,11	1,16	1,22	1,29
Bus/tram/méto en modes lents	1,04	1,08	1,11	1,16	1,20
Transport de marchandises					
Par route	1,03	1,08	1,13	1,19	1,25
Par rail	1,01	1,04	1,07	1,09	1,13
Par navigation intérieure	1,01	1,04	1,07	1,09	1,13

Source : Calculs BFP sur la base de Bickel et al. (2006) et de Koopmans et de Jong (2005)

3. Vitesse

Le scénario de référence table sur l'hypothèse que la fonction vitesse-flux de circulation reste inchangée pour le transport routier. L'hypothèse implicite est que la capacité de l'infrastructure routière reste constante¹. La vitesse du transport routier à l'étranger est supposée évoluer de la même manière que la vitesse sur les routes belges. Le modèle suppose donc que la congestion augmente aussi à l'étranger.

Pour les autres modes de transport, il est supposé que la vitesse moyenne reste constante par rapport à celle de l'année de référence.

L'annexe X.E expose plus en détail la façon dont la congestion est prise en compte dans le modèle PLANET.

C. Coût environnemental

Pour calculer le coût environnemental, le modèle PLANET opère une distinction entre les émissions directes et indirectes du transport. Les émissions directes sont produites durant la phase d'utilisation du moyen de transport et correspondent aux émissions dites 'de la pompe à la roue' (*Tank-to-Wheel*). Quant aux émissions indirectes, dites 'de la source à la pompe' (*Well-to-Tank*), elles sont libérées lors de la production des carburants et de l'électricité et de leur transport.

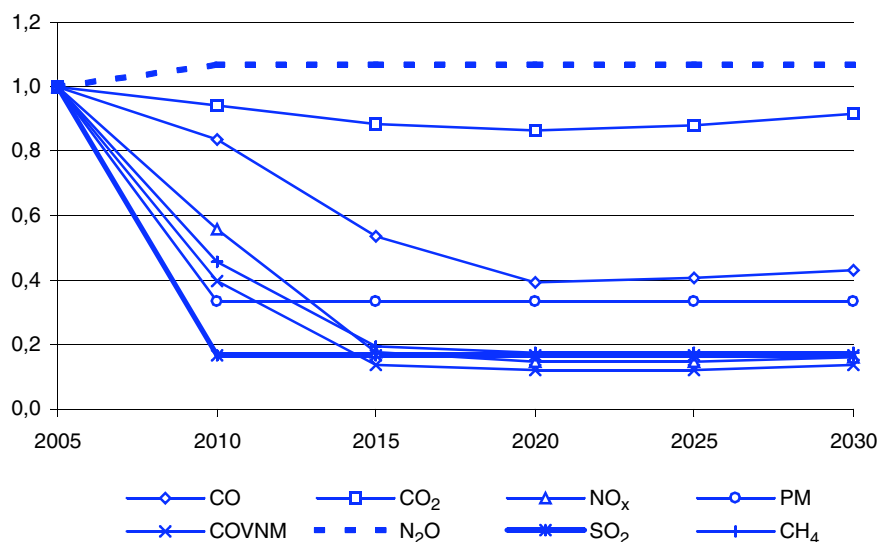
1. Emissions directes

Le modèle PLANET prend en considération les émissions directes des polluants suivants : le CH₄ (méthane), le CO (monoxyde de carbone), le CO₂ (dioxyde de carbone), les COVNM (composés organiques volatils non méthaniques), le NO_x (oxydes d'azote), le N₂O (protoxyde d'azote), les PM (particules en suspension) et le SO₂ (dioxyde de soufre). Les émissions de PM se limitent aux émissions des gaz d'échappement². Les facteurs d'émission³ et leur évolution ont été mis à disposition par le VITO.

1. Tant une extension physique de capacité qu'une extension sous l'effet par exemple de systèmes de transport intelligents ne sont pas pris en considération dans le scénario.
2. Les émissions non liées aux gaz d'échappement englobent, d'une part, les émissions dues à l'usure des freins, des pneus et du revêtement de la route, et d'autre part, la poussière soulevée par le vent.
3. Un facteur d'émission donne les émissions d'un polluant par véhicule-kilomètre, tonne-kilomètre ou passager-kilomètre.

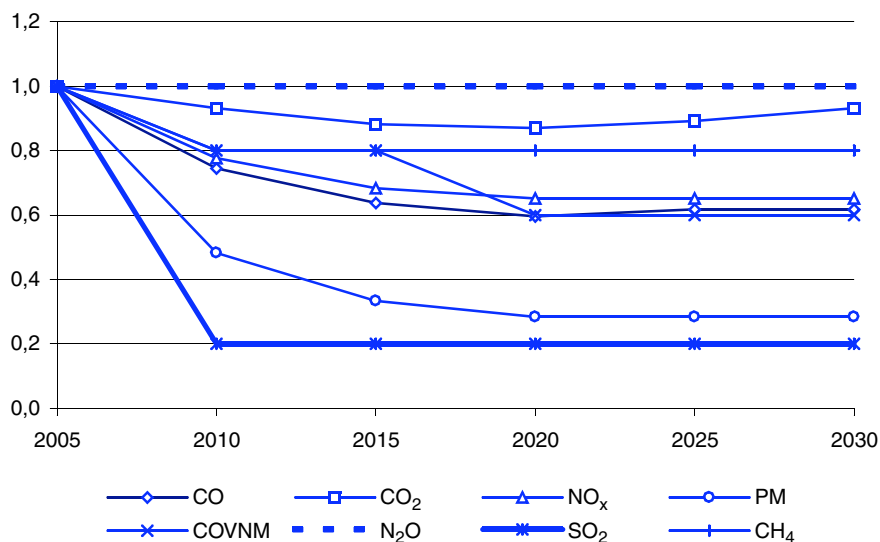
Le graphique 9 et le graphique 10 synthétisent l'évolution des facteurs d'émissions directes des voitures standard à essence et diesel. Ces facteurs se rapportent au parc moyen d'automobiles à essence et diesel en circulation et tiennent donc compte de l'évolution des parts des classes Euro et des cylindrées.

GRAPHIQUE 9 - Facteurs d'émissions directes par véhicule-kilomètre pour une voiture standard à essence – indice 2005 = 1 – scénario de référence



Source : VITO

GRAPHIQUE 10 - Facteurs d'émissions directes par véhicule-kilomètre pour une voiture diesel standard – indice 2005 = 1 – scénario de référence



Source : VITO

Le VITO a également fourni des données sur la diminution des facteurs d'émissions directes qui peut être réalisée en remplaçant une voiture standard par une voiture hybride (tableau 14). La comparaison des deux technologies tient compte du fait que les voitures standard pollueront moins à l'avenir. Par conséquent, le potentiel de réduction d'émissions d'une voiture hybride diminue dans certains cas.

TABLEAU 14 - Facteurs d'émissions directes par véhicule-kilomètre d'une voiture hybride par rapport à une voiture standard – scénario de référence

Polluant	2010	Essence		Diesel	
		2020	2030	2020	2030
CO	20%	43%	39%	64%	62%
CO ₂	67%	70%	74%	81%	83%
NO _x	8%	40%	36%	80%	80%
PM	100%	100%	100%	65%	65%
COVNM	17%	57%	50%	100%	100%
N ₂ O	71%	71%	71%	81%	81%
SO ₂	100%	100%	100%	100%	100%
CH ₄	24%	63%	63%	50%	75%

Source : VITO

Les facteurs d'émissions directes des camionnettes, camions, trains et de la navigation intérieure émanent également du VITO (voir annexe X.F). Pour le transport par camion et camionnette, nous postulons que la part des véhicules hybrides restera nulle.

Enfin, le scénario de référence part de l'hypothèse que la part des biocarburants évoluera. Les biocarburants sont supposés ne pas produire d'émissions directes de CO₂. Le tableau 15 résume l'hypothèse d'évolution de la part des biocarburants dans la consommation (en litres) d'essence et de diesel. Le tableau est tiré de CE (2008). Les parts en 2030 correspondent à une part de 9 % en termes énergétiques. Il est supposé que les dépenses en carburant n'évolueront pas sous l'effet de l'introduction de biocarburants. Pour le transport ferroviaire et la navigation intérieure, il n'existe pas d'obligations relatives à l'utilisation de biocarburants. Par conséquent, leur part dans la consommation énergétique de ces modes de transport est égale à zéro.

TABLEAU 15 - Parts des biocarburants dans la consommation d'essence et de diesel – scénario de référence

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Essence	0%	3,2%	6,9%	10,4%	12,1%	13,4%
Diesel	0%	2,4%	5,0%	7,7%	9,0%	10,0%

Source : CE (2007) et calculs BFP

2. Emissions indirectes

a. Emissions liées à la production d'électricité : trois hypothèses

Les données de la SNCB pour le transport ferroviaire de marchandises montrent que la part des trains électriques dans les tonnes-kilomètres brutes a progressé, passant de 73 % en 2000 à 78 % en 2005. Nous postulons que cette part restera constante jusqu'en 2030. Toujours d'après la même source, la part des trains électriques dans les tonnes-kilomètres brutes est fixée à 96 % pour le transport ferroviaire de personnes.

Le modèle PLANET envisage trois hypothèses pour la production d'électricité. Le choix de l'hypothèse de mix énergétique dans la production d'électricité a surtout une incidence sur les facteurs d'émission de SO_2 . Cette analyse est fondée sur les travaux récents du Bureau fédéral du Plan en matière de perspectives énergétiques à long terme.

L'hypothèse de référence (REF) part d'un abandon progressif de l'énergie nucléaire (tel que prévu par la loi) et d'une part croissante des combustibles solides compte tenu de l'avantage compétitif à long terme de ces combustibles par rapport au gaz naturel à politique climatique inchangée.

La deuxième hypothèse (CLEN) suppose également la sortie du nucléaire mais se fonde, pour la Belgique, sur le Paquet énergie-climat européen de janvier 2008.

Enfin, la dernière hypothèse (NUC) suppose le maintien de l'énergie nucléaire à sa capacité actuelle.

b. Emissions de gaz à effet serre liées à la production et au transport de carburants.

Les émissions 'Well-to-Tank' (émissions « de la source à la pompe ») liées à la production et au transport de carburants sont basées sur JEC (2007). Seules les émissions indirectes des principaux gaz à effet de serre, à savoir le CO_2 , le CH_4 et le N_2O sont envisagées. JEC (2007) distingue plusieurs filières de production ou types de transport pour les différents carburants.

Pour les émissions 'Well-to-Tank' du GNC, la part des différentes filières est déterminée à partir des perspectives de l'AIE sur l'approvisionnement en gaz de l'Union européenne. La part du gaz européen devrait diminuer et passer de quelque 70 % en 2005 à 25 % en 2030, alors que la part du gaz importé devrait progresser de 7 % à 46 %, la moitié venant de l'Ouest de la Sibérie et l'autre moitié de la région autour de la Mer Caspienne. La partie restante serait importée sous la forme de gaz naturel liquéfié.

Pour les biocarburants aussi, il existe de nombreuses filières de production. De plus, les émissions indirectes varient sensiblement selon qu'il s'agisse de biocarburants de la première ou de la deuxième génération. L'évolution future de la part des filières de production peut difficilement être évaluée. C'est la raison pour laquelle le scénario de référence est conservateur et se base sur la situation actuelle des biocarburants en Europe. Les calculs ne tiennent pas encore compte des biocarburants de la deuxième génération. Le tableau 16 donne un aperçu des

parts des différentes filières de production de biocarburants utilisées dans le modèle PLANET. Elles sont supposées rester constantes sur la période 2008-2030.

TABEAU 16 - Parts des différentes filières de production de biodiesel et de bioéthanol (%) – scénario de référence

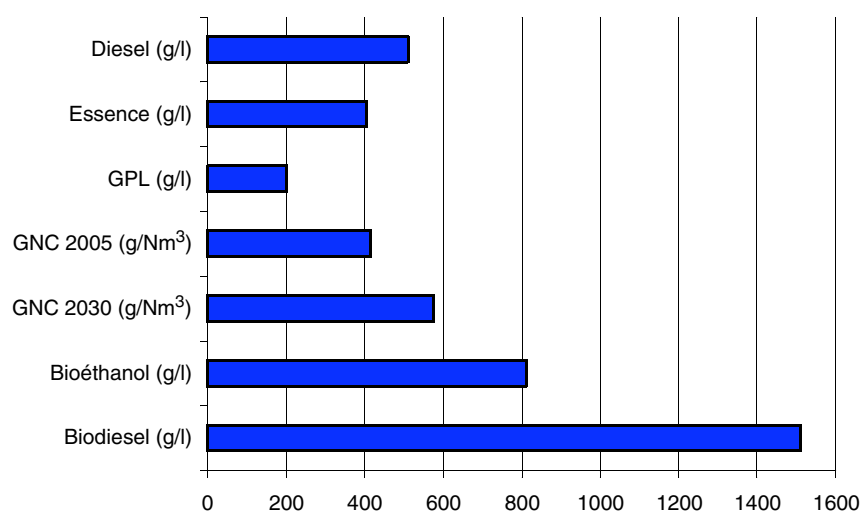
Bioéthanol			Biodiesel		
Matière première	Filière de production	Part	Matière première	Filière de production	Part
Betterave		18%	Colza		80%
	Pulpe (produit secondaire) utilisée comme aliment pour le bétail	9%		Glycérine (produit secondaire) utilisée comme aliment pour le bétail	40%
	Pulpe (produit secondaire) utilisée comme combustible	9%		Glycérine (produit secondaire) utilisée comme produit chimique	40%
Froment		52%	Tournesol		20%
	Chaudière conventionnelle au gaz ^a	13%		Glycérine (produit secondaire) utilisée comme aliment pour le bétail	10%
	Lignite cogénération ^a	13%		Glycérine (produit secondaire) utilisée comme produit chimique	10%
	Gaz naturel cogénération ^a	13%			
	Paille cogénération ^a	13%			
Canne à sucre	Canne à sucre du Brésil	30%			

^a Ces filières de production fournissent un produit secondaire : la DDSS (drêche de distillerie sèche avec solubles). On part de l'hypothèse que la moitié de ce produit est utilisée comme aliment pour le bétail et que l'autre moitié sert de combustible pour la production d'éthanol.

Source: hypothèses du BFP basées sur JEC (2007)

Le graphique 11 résume les facteurs d'émissions 'Well-to-Tank' par type de carburant. Les valeurs sont exprimées en grammes équivalent CO₂ par litre ou par Nm³ de carburant. Les valeurs pour le bioéthanol et le biodiesel ont été calculées à partir des parts des filières de production décrites au tableau 16. Pour le GNC, la valeur en 2030 diffère de celle en 2005 en raison des changements dans les sources d'approvisionnement du gaz naturel (cf. supra).

GRAPHIQUE 11 - Emissions de gaz à effet de serre 'Well-to Tank' par type de carburant (g équivalent CO₂ par litre ou Nm³ de carburant) – scénario de référence



Source : calculs du BFP sur la base de JEC(2007) et de l'AIE

3. Valorisation monétaire des dommages causés par les émissions

En ce qui concerne les dommages causés par tonne de NO_x, PM, COVNM en SO₂, nous nous basons sur le projet européen HEATCO (Bickel et al., 2006). Ce projet applique la méthode dite de cheminements d'impacts ('Impact Pathway method') pour évaluer les dommages liés aux émissions. Cette méthode comprend quatre étapes. L'étape 1 calcule le changement de concentration en polluants primaires et secondaires consécutif à une augmentation des émissions. L'étape 2 détermine la population exposée à ces concentrations. Les effets du changement de concentration sont calculés à l'étape 3. Ces effets englobent des effets sur la mortalité, la morbidité, les dégâts matériels et les effets sur les végétaux. Enfin, l'étape 4 consiste à exprimer ces effets en termes monétaires. La valeur d'une tonne d'émissions de CO est basée sur Friedrich et Bickel (2001), lesquels ont opté pour une méthodologie comparable¹. Conformément aux directives du projet HEATCO, on part de l'hypothèse que la valeur d'une tonne d'émissions de CO, NO_x, PM, COVNM et de SO₂ évolue au même rythme que le PIB réel par tête.

TABLEAU 17 - Dommages moyens par tonne d'émissions en Belgique en 2005 (euro2000/tonne)

Emissions	NO _x	CO	COVNM	SO ₂	PM ^a		
Concentration	O ₃ , nitrates, NO _x	CO	O ₃	Sulfates, précipitations acides, SO ₂	PM primaires		
		Urbain	Non urbain		Urbain	Non urbain	
Transport	2764	3,34	0,88	1126	5528	450454	97257
Source élevée	2764			1126	5835	17404	14333

^a PM_{2,5} pour les émissions du transport et PM₁₀ pour les émissions des sources « élevées ».

Source : Bickel et al. (2006) et Friedrich & Bickel (2001)

Les dommages par tonne de PM et de CO sont fonction du lieu d'émission. C'est pourquoi nous avons besoin d'informations sur le nombre de véhicules-kilomètres parcourus en milieux urbain et non urbain. Ces informations sont résumées au tableau 18. Pour le transport routier (à l'exception des bus, tram, métro), les pourcentages sont basés sur les données du SPF Mobilité et Transports (2000). Pour les autres modes, ils se fondent sur des hypothèses du BFP.

TABLEAU 18 - Part des véhicules-kilomètres en milieu urbain

	Part des véhicules-km en milieu urbain
Voiture	30%
Moto	30%
Bus/tram/métro	50%
Camion	10%
Camionnette	30%
Navigabilité intérieure	0%
Ferroviaire - personnes (diesel)	10%
Ferroviaire - marchandises (diesel)	0%

Source : SPF Mobilité et Transports (2000) et hypothèses BFP

1. Pour plus de détails sur la valeur monétaire des émissions, nous renvoyons le lecteur à Bickel et al. (2006) et Friedrich et Bickel (2001).

Bickel et al. (2006) mentionnent également que la valeur d'une tonne d'émissions de SO₂ et de PM est plus faible pour les émissions des sources « élevées » que pour les émissions des transports.

La valeur monétaire des dommages occasionnés par les émissions de CO₂, CH₄ et de N₂O est basée sur Watkiss et al. (2005) (tel que rapporté dans Bickel et al., 2006). La valeur de la tonne d'équivalent¹ CO₂ est présentée au tableau 19. Les valeurs intègrent les conclusions d'études récentes selon lesquelles les émissions futures occasionneront des dommages plus importants que les émissions actuelles. Les valeurs proposées par Watkiss et al. (2005b) sont des prix fictifs (« shadow prices ») qui tiennent compte de l'évolution future du coût des dommages et du coût des réductions d'émissions. Le coût de la réduction d'émissions est basé sur la situation au Royaume-Uni, où les autorités se sont engagées à réduire leurs émissions de CO₂ de 60 % à l'horizon 2050 (objectif cohérent avec l'objectif de 2°C de l'Union européenne). Cela n'influence le coût qu'à partir de 2030 environ, soit la dernière année de la projection avec le modèle PLANET. Par conséquent, ces chiffres peuvent aussi être utilisés pour la Belgique. Le coût monétaire des dommages par tonne d'équivalent CO₂ doit être considéré comme une évaluation plutôt conservatrice, étant donné que le coût ne tient pas compte d'un certain nombre de risques. Un aspect intéressant de l'étude de Watkiss et al. (2005) est qu'elle présente à la fois une valeur faible, centrale et élevée, ce qui permet de réaliser une analyse de sensibilité.

TABLERAU 19 - Coût monétaire des dommages par tonne d'équivalent CO₂ (euro2000/tonne)

	2000-2009	2010-2019	2020-2029	2030
Faible	14	15	19	25
Centrale	21	25	31	39
Elevée	49	61	78	99

Source : Watkiss et al. (2005) tel que rapporté dans Bickel et al. (2006)

1. Le potentiel de réchauffement global des N₂O et CH₄ est estimé respectivement à 310 et 21 (sur la base du deuxième Rapport d'évaluation de l'IPCC).



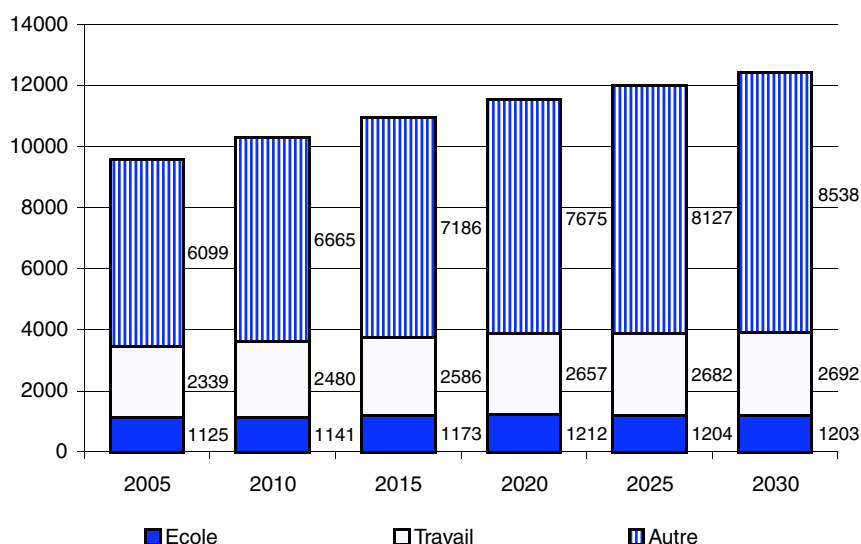
Le transport de personnes

Pour le transport de personnes, nous faisons une distinction entre trois motifs de déplacement : domicile-travail, domicile-école et « autres motifs ». Ces derniers concernent des déplacements liés aux loisirs, courses, vacances, etc.¹ et représentaient 64 % des déplacements en 2005.

A. Nombre de trajets

Le graphique 12 présente les perspectives concernant le nombre de trajets liés aux trois motifs de déplacement. Dans l'ensemble, le nombre de trajets devrait augmenter de 30 % entre 2005 et 2030. Cette augmentation s'explique principalement par une hausse sensible (de 40 %) du nombre de trajets effectués pour d'« autres motifs ». Les déplacements domicile-travail ou domicile-école augmenteraient quant à eux respectivement de 15 et de 7 %.

GRAPHIQUE 12 - Nombre de trajets par motif (en millions) – scénario de référence



Source : PLANET

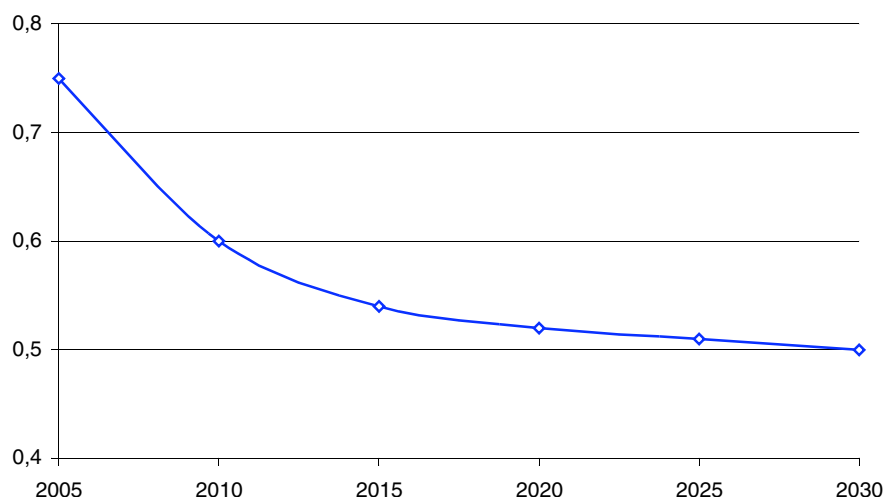
L'évolution du nombre de déplacements entre le domicile et le lieu de travail ou l'école est principalement dictée par le nombre de personnes qui travaillent ou suivent un cursus scolaire.

1. La grande majorité de ces déplacements est effectuée pour des courses, des visites familiales et à des amis, pour des motifs personnels (banque, docteur, etc.) et dans un but de détente, culture, loisirs (Hubert et Toint, 2002).

Le nombre de trajets effectués pour d'« autres motifs » dépend de l'évolution de la population (selon le sexe, l'âge, le type de ménage et le statut socioéconomique). Par ailleurs, il a été tenu compte du fait que le nombre de trajets par personne est influencé à la hausse par le PIB par habitant et à la baisse par les coûts généralisés du transport.

L'élasticité par rapport au PIB par habitant a été choisie en fonction du modèle TREMOVE¹. Tout comme dans ce modèle, l'élasticité diminue dans le temps par rapport au PIB par habitant. Cette baisse reflète une certaine saturation observée au fur et à mesure que la population moyenne s'enrichit. Etant donné l'élasticité de référence pour la classe d'âge des 18 à 59 ans, on suppose que pour les femmes dans la classe d'âge 6-17 et à partir de 60 ans, l'élasticité est 1,2 fois supérieure à l'élasticité de référence. Ceci implique que ces groupes deviennent plus mobiles à mesure que le temps progresse.

GRAPHIQUE 13 - Elasticité du nombre de trajets effectués pour d'« autres motifs » par rapport au PIB par habitant pour la classe d'âge 18-59 ans – scénario de référence



Source : PLANET

Dans le modèle, le nombre de trajets par personne effectués pour d'« autres motifs » est influencé négativement par les coûts généralisés du transport. Nous supposons qu'un changement des coûts généralisés au cours de l'année t a un impact sur le nombre de trajets par personne au cours de l'année $t+1$. Dans le scénario de référence, on suppose que l'élasticité du nombre de trajets par personne par rapport aux coûts généralisés est de -0,3, ce qui veut dire que la demande est inélastique pour ces trajets.

Ces divers éléments se traduisent par une augmentation de 40 % du nombre de trajets effectués pour d'« autres motifs » entre 2005 et 2030. Si l'élasticité par rapport aux coûts généralisés était nulle pour les autres motifs, le nombre de trajets progresserait plus sensiblement. Le nombre de trajets effectués pour d'« autres motifs » en 2030 augmenterait dans ce cas de 49 % par rapport à 2005.

1. Pour une description du modèle TREMOVE, consultez le site www.TREMOVE.org

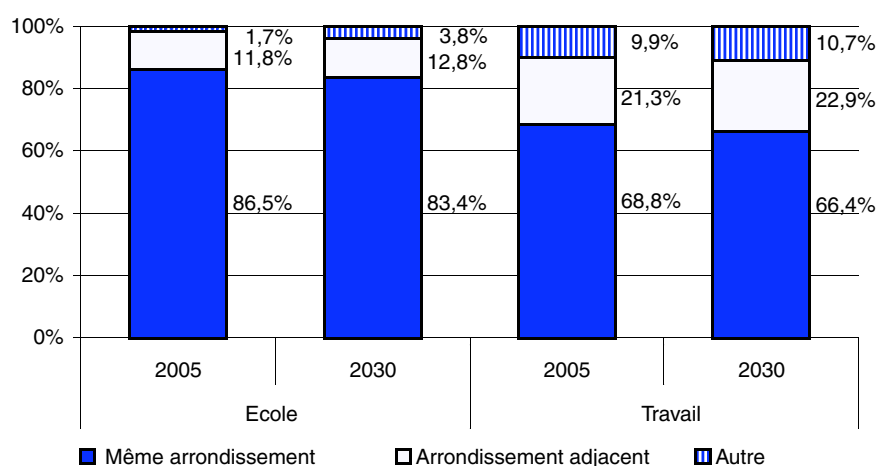
B. Répartition géographique du transport de personnes

Pour les déplacements entre le domicile et le lieu de travail ou l'école, le modèle PLANET permet d'analyser l'évolution de la matrice origine-destination. Cette analyse s'effectue à l'aide de modèles gravitaires dont les estimations sont basées sur l'Enquête socioéconomique de 2001 (Desmet et al., 2008). La matrice origine-destination des déplacements domicile-travail dépend des facteurs suivants : le nombre de personnes professionnellement actives par arrondissement, le nombre de lieux de travail par arrondissement et les coûts généralisés du transport. Par ailleurs, la barrière de la langue joue également un rôle entre la Flandre et la Wallonie. L'analyse empirique montre toutefois que cette barrière n'a pas d'impact sur les déplacements domicile-travail lorsque l'origine ou la destination est Bruxelles. Une analyse similaire a été effectuée pour les déplacements domicile-école.

Sur le graphique 14, les trajets domicile-travail et domicile-école sont subdivisés en trois groupes : les trajets à l'intérieur d'un même arrondissement, les trajets vers un arrondissement adjacent et les autres trajets. En 2005, le premier sous-groupe était dominant pour les deux motifs de déplacement, mais surtout pour les trajets scolaires. Entre 2005 et 2030, la part des trajets à l'intérieur d'un même arrondissement diminuerait légèrement.

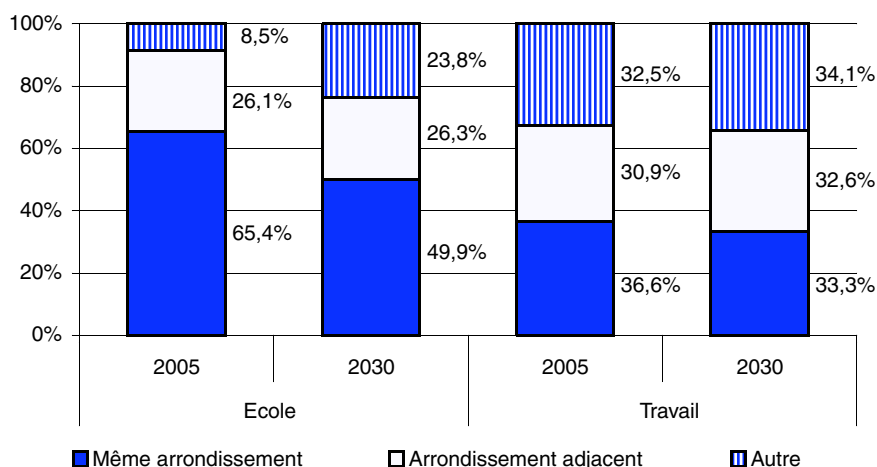
Le graphique 15 présente les perspectives pour le nombre de passagers-kilomètres pour les déplacements domicile-travail et domicile-école en fonction de la destination : dans le même arrondissement, dans un arrondissement adjacent ou vers une autre destination. La proportion des déplacements au sein d'un même arrondissement dans le nombre de passagers-kilomètres est moindre que la proportion par rapport au nombre de trajets, étant donné que la distance moyenne s'allonge lorsque le déplacement s'effectue vers un autre arrondissement. Ici aussi, la part des passagers-kilomètres pour les trajets dans un même arrondissement diminuerait entre 2005 et 2030.

GRAPHIQUE 14 - Trajets domicile-travail et domicile-école selon la destination – scénario de référence



Source : PLANET

GRAPHIQUE 15 - Passagers-kilomètres liés aux déplacements domicile-travail et domicile-école en fonction de la destination – scénario de référence



Source : PLANET

C. Nombre de passagers-kilomètres

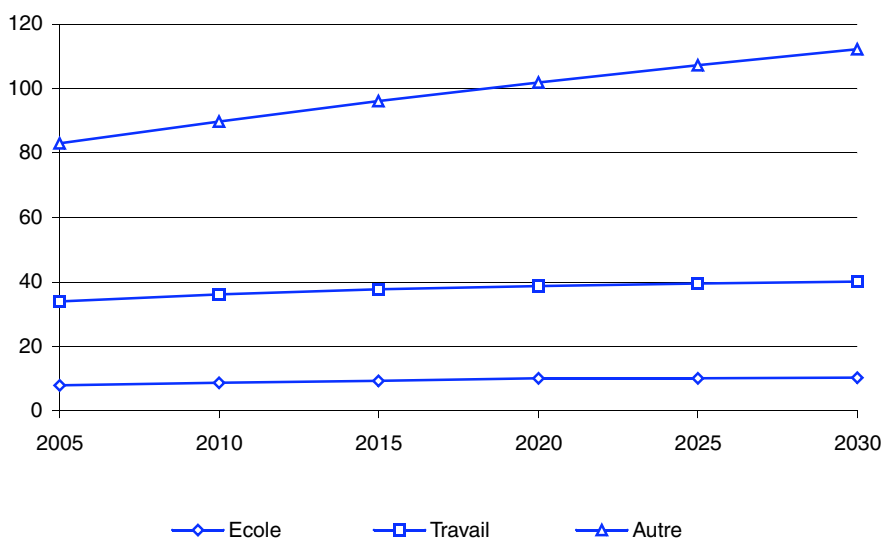
L'évolution du nombre de passagers-kilomètres dépend non seulement du nombre de déplacements, mais également des coûts généralisés du transport. Pour les déplacements entre le domicile et le lieu de travail ou l'école, le lieu d'habitation et la localisation du lieu de travail ou de l'école jouent également un rôle.

Le graphique 16 indique l'évolution du nombre de passagers-kilomètres par motif. Pour les trajets domicile-travail et domicile-école, le nombre de passagers-kilomètres devrait augmenter plus rapidement que le nombre de trajets, respectivement de 18 % et de 29 %. Cette évolution est due à un allongement de la distance moyenne par trajet (cf. tableau 20) étant donné que la part des déplacements au sein d'un même arrondissement diminue (graphique 14). Cette évolution est plus marquée pour les déplacements domicile-école que pour les déplacements domicile-travail. Pour les « autres motifs », la distance moyenne diminuerait légèrement. Le nombre de passagers-kilomètres effectués lors de déplacements pour d'autres motifs devrait croître de 35 %. La distance moyenne pour tous les motifs sans distinction devrait rester plus ou moins constante. Par conséquent, le nombre total de passagers-kilomètres devrait augmenter dans la même mesure que le nombre total de trajets, à savoir de 30 %.

TABLEAU 20 - Distance moyenne par trajet – scénario de référence

	km/trajet		Indice 2005=1			
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Domicile-école	7,2	1,07	1,12	1,16	1,18	1,21
Domicile-travail	14,5	1,00	1,00	1,01	1,01	1,03
Autres motifs	13,6	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97
Moyenne	13,1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Source : PLANET

GRAPHIQUE 16 - Nombre de passagers-kilomètres (milliards) par motif – scénario de référence

Source : BFP

D. Parts relatives des différents moyens de transport et des déplacements effectués en heures de pointe et en heures creuses

Pour le transport de passagers, on distingue six moyens de transport : le transport non motorisé (à pied ou à vélo), le train, la voiture « en solo » (un seul occupant), le covoiturage (au moins deux occupants), le bus/tram/métro et la moto. En outre, on peut choisir de se déplacer durant les heures de pointe ou les heures creuses. Le choix du moyen (ou mode) de transport (« choix modal ») et de la plage horaire est déterminé de façon itérative en fonction de l'évolution des coûts généralisés du transport et des spécificités de la demande en matière de transports de personnes. Les coûts généralisés du transport sont obtenus en faisant la somme des coûts monétaires et des coûts en temps. Pour la voiture, le bus/tram/métro et la moto, les coûts en temps dépendent du flux total de circulation sur le réseau routier. Le tableau 21 montre l'évolution des coûts généralisés moyens du transport pour les six modes de transport envisagés. Etant donné qu'il s'agit de moyennes, l'évolution dépend aussi, pour les déplacements entre le domicile et le lieu de travail ou l'école, des modifications relatives à l'origine et à la destination des trajets.

TABLEAU 21 - Coûts généralisés moyens du transport de personnes par mode de transport – scénario de référence

			euro/ pass.km	Indice 2005 = 1 (en termes réels)					Part du coût monétaire dans les coûts généralisés	
			2005	2010	2015	2020	2025	2030	2005	2030
Domicile-école	Pointe	A pied/vélo	0,62	1,04	1,09	1,14	1,19	1,25	0%	0%
		Train	0,21	0,96	0,96	0,98	1,02	1,05	16%	13%
		Voit. solo	0,46	1,03	1,07	1,11	1,17	1,23	60%	48%
		Covoiturage	0,33	1,07	1,14	1,22	1,31	1,40	29%	20%
		BTM	0,32	1,07	1,17	1,26	1,36	1,45	6%	4%
		Moto	0,52	1,08	1,16	1,24	1,33	1,42	39%	28%
	Creuse	A pied/vélo	0,57	1,04	1,08	1,12	1,17	1,22	0%	0%
		Train	0,19	0,95	0,96	0,97	1,00	1,03	17%	14%
		Voit. solo	0,43	1,01	1,02	1,04	1,08	1,12	63%	56%
		Covoiturage	0,29	1,04	1,07	1,11	1,17	1,23	33%	27%
		BTM	0,27	1,03	1,09	1,14	1,21	1,27	7%	5%
		Moto	0,48	1,05	1,10	1,15	1,20	1,26	42%	34%
Domicile-travail	Pointe	A pied/vélo	0,62	1,04	1,09	1,13	1,19	1,24	0%	0%
		Train	0,19	1,02	1,08	1,15	1,21	1,28	5%	4%
		Voit. solo	0,48	1,05	1,10	1,16	1,22	1,30	57%	43%
		Covoiturage	0,33	1,07	1,14	1,22	1,31	1,40	36%	26%
		BTM	0,26	1,08	1,20	1,32	1,43	1,53	2%	1%
		Moto	0,50	1,08	1,16	1,25	1,33	1,42	40%	29%
	Creuse	A pied/vélo	0,62	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	0%	0%
		Train	0,18	1,02	1,08	1,14	1,21	1,27	6%	4%
		Voit. solo	0,46	1,02	1,05	1,08	1,12	1,17	60%	51%
		Covoiturage	0,31	1,04	1,08	1,13	1,18	1,25	38%	30%
		BTM	0,23	1,04	1,11	1,18	1,26	1,34	2%	2%
		Moto	0,49	1,06	1,11	1,16	1,21	1,27	41%	33%
Autres	Pointe	A pied/vélo	0,62	1,04	1,08	1,11	1,16	1,20	0%	0%
		Train	0,22	1,03	1,07	1,11	1,15	1,20	28%	22%
		Voit. solo	0,49	1,05	1,11	1,17	1,25	1,33	56%	42%
		Covoiturage	0,32	1,08	1,16	1,25	1,35	1,45	31%	21%
		BTM	0,29	1,07	1,17	1,27	1,38	1,49	12%	8%
		Moto	0,51	1,09	1,17	1,26	1,35	1,45	39%	28%
	Creuse	A pied/vélo	0,62	1,04	1,08	1,11	1,16	1,20	0%	0%
		Train	0,21	1,03	1,07	1,10	1,15	1,20	29%	23%
		Voit. solo	0,43	1,02	1,04	1,08	1,12	1,17	64%	54%
		Covoiturage	0,27	1,04	1,09	1,14	1,20	1,27	37%	29%
		BTM	0,24	1,03	1,09	1,14	1,21	1,28	15%	12%
		Moto	0,45	1,06	1,10	1,15	1,21	1,27	44%	36%

Source : PLANET

Les graphiques 17 à 20 indiquent les parts relatives des différents moyens de transport dans le nombre de passagers-kilomètres, d'abord pour chacun des trois motifs de déplacement et ensuite pour l'ensemble des déplacements.

Actuellement, la voiture est le moyen de transport dominant pour les trois motifs de déplacement. Cette position dominante devrait se maintenir entre 2005 et 2030. La part de la voiture dans le nombre total de passagers-kilomètres en Belgique devrait rester plus ou moins constante et tourner autour de 84 %. Cependant, une part croissante du transport en voiture serait imputable à des automobilistes voyageant seuls, tandis que la part de la voiture avec plus d'un occupant à bord (covoiturage) diminuerait. Comme évoqué plus loin, la vitesse du transport routier diminue dans le scénario de référence. La hausse des coûts en temps qui en résulte se fait plus fortement sentir pour le covoiturage que pour les voitures occupées par le seul conducteur (cf. aussi le tableau 21), ce qui explique le glissement au profit de la « voiture en solo ». Tout ceci implique que le nombre de véhicules-kilomètres devrait augmenter plus rapidement que le nombre de passagers-kilomètres en voiture, et que le taux d'occupation moyen des voitures

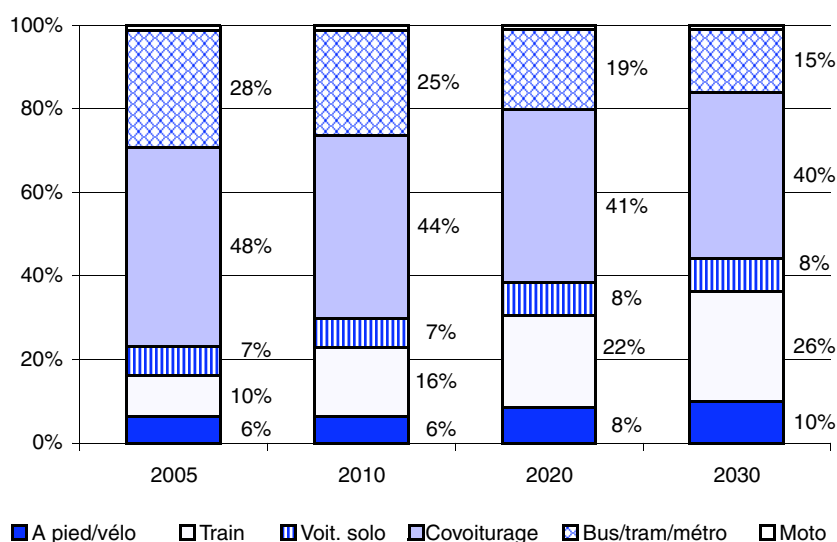
diminuerait (cf. le graphique 21). Pour les déplacements entre le domicile et le lieu de travail ou l'école, le glissement au profit de la voiture en solo est moins prononcé que pour les « autres motifs ». Pour les déplacements domicile-école, cela s'explique par le fait que la voiture en solo est un moyen de transport relativement moins important et que les jeunes voyageurs peuvent moins aisément passer du covoiturage à la voiture individuelle. Pour les déplacements domicile-travail, la voiture en solo était, déjà en 2005, un moyen de transport dominant, si bien que les possibilités de passer de la formule du covoiturage à celle de la voiture en solo sont réduites.

La part relative du rail dans le nombre total de passagers-kilomètres devrait s'accroître légèrement. C'est pour les trajets scolaires que l'augmentation de la part du rail est la plus prononcée. Ceci s'explique principalement par le changement de l'origine et de la destination de ces trajets, qui entraîne une augmentation de la distance moyenne d'un trajet scolaire.

La part des bus, trams et métros devrait, en revanche, diminuer. Dans le scénario de référence, cette forme de transports en commun est en effet affectée par la diminution de la vitesse sur le réseau routier. Les coûts en temps pèsent relativement lourd pour ces modes de déplacement, si bien que les coûts généralisés du transport augmenteront proportionnellement plus pour les bus/trams/métros que pour les autres modes (cf. le tableau 21). Vu la part minime des coûts monétaires dans les coûts généralisés du transport pour les déplacements domicile-travail et domicile-école effectués à l'aide de transports en commun, les possibilités d'encourager ces modes de transport par le biais de prix attractifs sont limitées. Une rapidité accrue aurait un plus grand impact. Cette remarque vaut aussi pour les transports en commun utilisés pour les « autres motifs », bien que dans une moindre mesure, étant donné que, dans ce cas, la part des coûts monétaires est plus élevée.

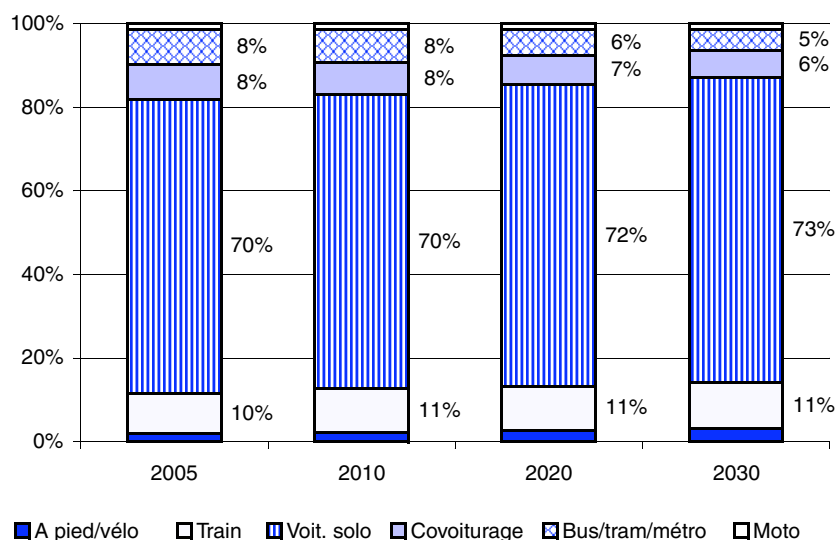
La part des transports non motorisés et des déplacements en moto dans l'ensemble des passagers-kilomètres devrait rester relativement limitée.

GRAPHIQUE 17 - Parts des différents moyens de transport dans le nombre de passagers-kilomètres en Belgique – domicile-école – scénario de référence



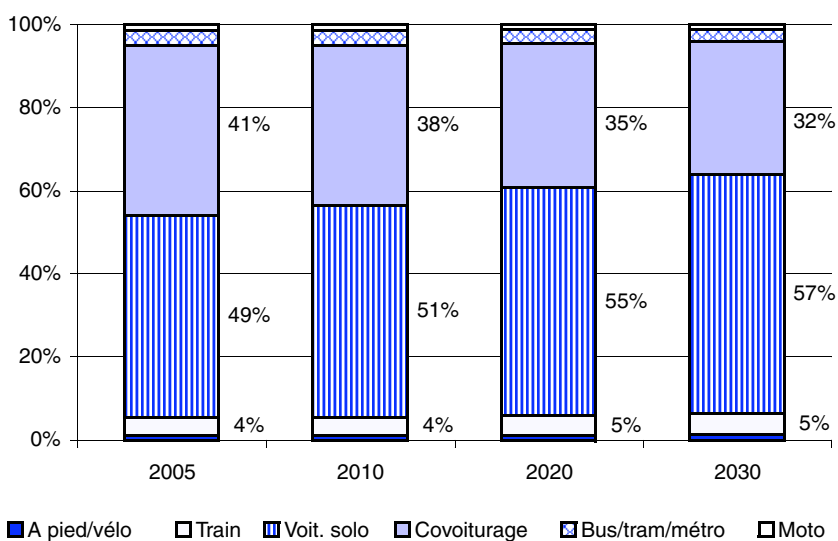
Source : PLANET

GRAPHIQUE 18 - Parts des différents moyens de transport dans le nombre de passagers-kilomètres en Belgique – domicile-travail – scénario de référence



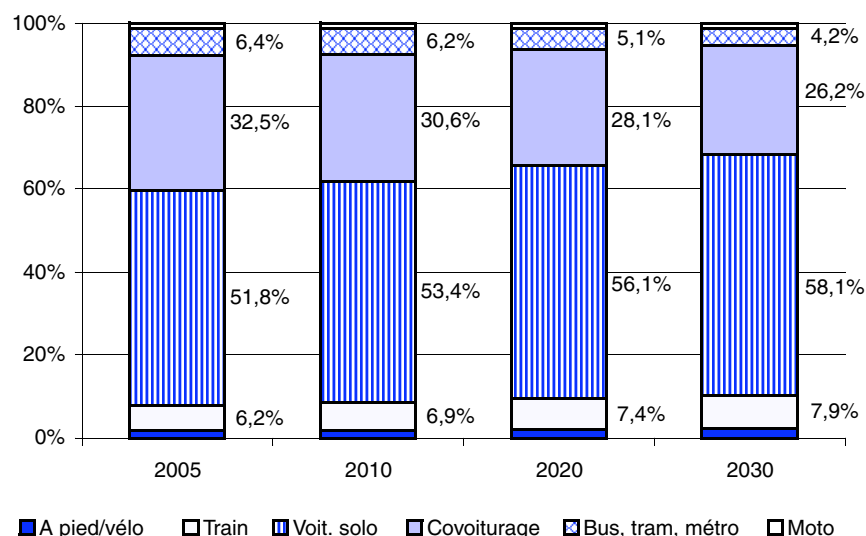
Source : PLANET

GRAPHIQUE 19 - Parts des différents moyens de transport dans le nombre de passagers-kilomètres en Belgique – « autres motifs » – scénario de référence



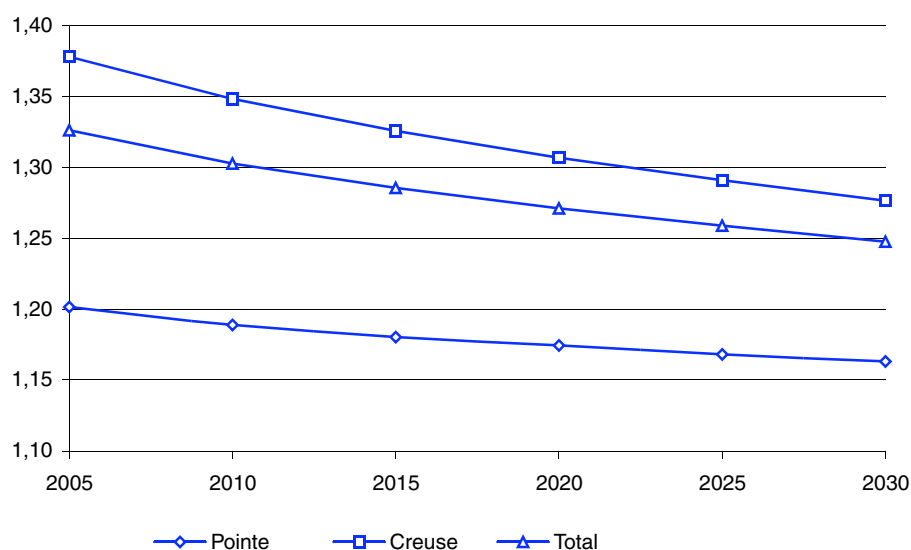
Source : PLANET

GRAPHIQUE 20 - Parts des différents moyens de transport dans le nombre total de passagers-kilomètres en Belgique – tous motifs de déplacement – scénario de référence



Source : PLANET

GRAPHIQUE 21 - Taux d'occupation moyen d'une voiture (nombre de personnes par véhicule) – scénario de référence

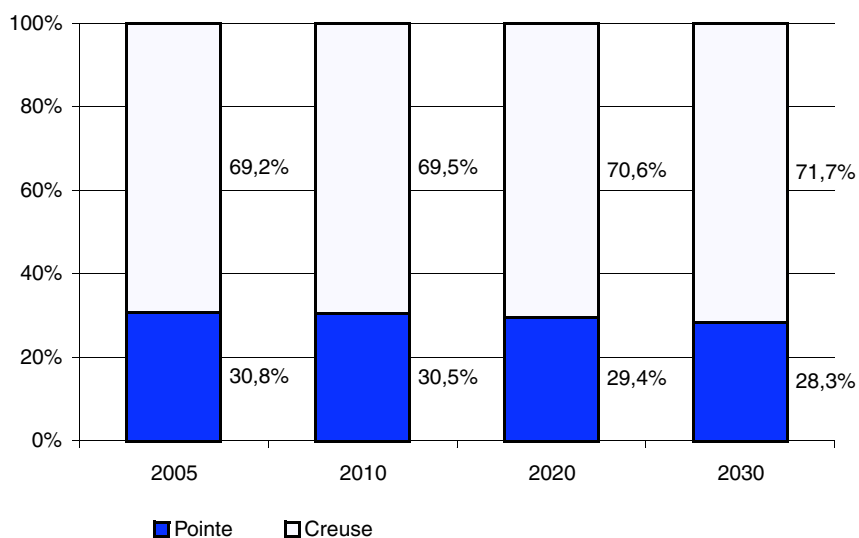


Source : PLANET

Dans le scénario de référence, on observe un glissement du transport de personnes des heures de pointe vers les heures creuses. Si, en 2005, 31 % des passagers-kilomètres étaient parcourus durant les heures de pointe, cette part devrait baisser pour atteindre 28,3 % d'ici à 2030. Cette évolution s'explique par deux facteurs. Premièrement, une part des trajets effectués pour d'« autres motifs » migrerait vers les heures creuses. Ce serait moins le cas pour les déplacements entre le domicile et le lieu de travail ou l'école, vu que la programmation de ces déplacements est forcément moins flexible. Deuxièmement, l'importance relative des trajets effectués pour d'« autres motifs » augmenterait ; or, déjà en 2005, 92 % des passagers-kilomètres liés à ces autres motifs de déplacement étaient parcourus

durant les heures creuses. Si l'importance relative des trois motifs de déplacement était restée constante, la part du transport effectué durant les heures de pointe aurait été de 30 % en 2030, au lieu de 28,3 %.

GRAPHIQUE 22 - Parts respectives des heures de pointe et des heures creuses dans le nombre total de passagers-kilomètres – scénario de référence



Source : PLANET



Le transport de marchandises

Le transport de marchandises englobe le transport national, les entrées sur et les sorties du territoire et le transit sans transbordement (à voir annexe X.B). Une distinction est faite entre dix catégories de marchandises sur la base de la classification NST/R.

A. Tonnage transporté

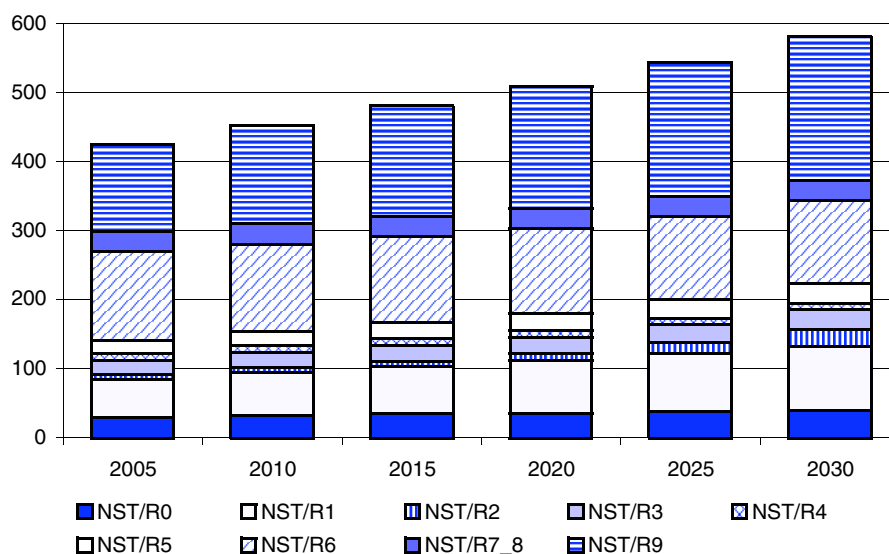
Dans le modèle PLANET, le nombre de tonnes transportées dans le cadre du transport national, des entrées et des sorties dépend de l'activité économique. Pour le transport national, elles sont évaluées à partir de la somme de la valeur de la production intérieure et des importations, corrigées pour les réexportations. Les entrées et les sorties sont, quant à elles, fonction respectivement de la valeur des importations et des exportations. De plus, l'évolution de la valeur moyenne d'une tonne transportée joue également un rôle pour les trois flux de marchandises. Enfin, le tonnage des marchandises en transit sans transbordement dépend du niveau des échanges internationaux et du coût relatif du transport en Belgique.

1. Tonnage transporté – transport national de marchandises

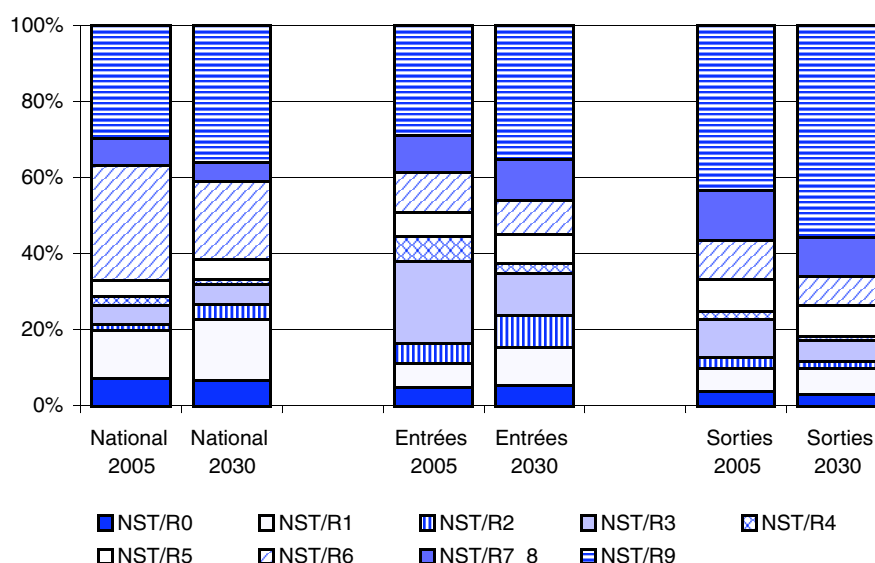
Le tonnage transporté dans le cadre du transport national devrait augmenter de 37 % entre 2005 et 2030 (graphique 23), ce qui correspond à une croissance annuelle moyenne de 1,3 %. Certaines catégories de marchandises devraient connaître une croissance plus rapide que d'autres, à savoir les NST/R1, 2, 5 et 9. Leur part devrait progresser entre 2005 et 2030 (graphique 24). A l'inverse, la part des autres catégories de marchandises devrait diminuer.

Pour les catégories NST/R6 et 7_8, le tonnage transporté devrait diminuer étant donné que la valeur réelle d'une tonne de ces types de marchandises devrait progresser plus rapidement que la valeur de la production intérieure et des importations, corrigées pour les réexportations. La baisse de la part de la catégorie NST/R6 devrait être substantielle, de 30,2 % en 2005 à 20,6 % en 2030. En 2030, les trois principales catégories de marchandises transportées devraient rester les mêmes qu'en 2005, à savoir les NST/R9, 6 et 1. Elles devraient représenter, ensemble, 73 % du tonnage transporté dans le cadre du transport national, soit le même pourcentage qu'en 2005. En comparaison avec 2005, on devrait toutefois observer un glissement de NST/R6 vers NST/R9 et 1.

GRAPHIQUE 23 - Tonnage transporté – Transport national de marchandises (millions de tonnes) – scénario de référence



GRAPHIQUE 24 - Parts des catégories de marchandises dans le transport national de marchandises, les entrées et les sorties (2005 et 2030) – scénario de référence

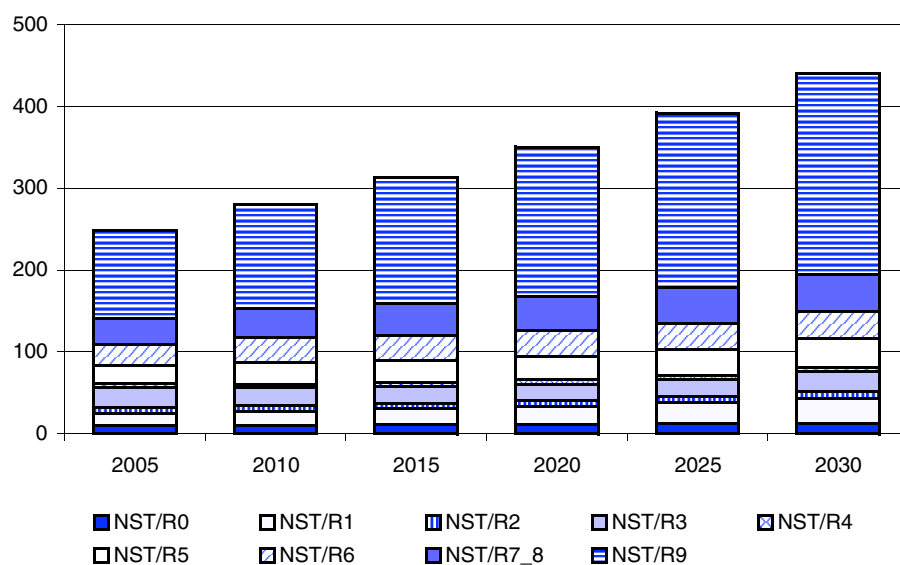


2. Tonnage transporté – sorties de marchandises

A l'horizon 2030, le tonnage des marchandises qui sortent du pays devrait augmenter de 77 % (graphique 25), ce qui représente une croissance annuelle moyenne de 2,3 %. Ce chiffre est inférieur à la croissance annuelle moyenne des exportations (3,6 %) puisque la valeur moyenne de la tonne devrait croître en termes réels. On devrait observer une progression du tonnage transporté pour toutes les catégories de marchandises.

Les catégories NST/R1 et 9 devraient croître plus rapidement que la moyenne et devraient par conséquent voir leur part augmenter (graphique 24). En revanche, la part des autres catégories de marchandises devrait diminuer. La part de la catégorie NST/R3 devrait diminuer sensiblement de 10 % en 2005 à 5,4 % en 2030, sous l'effet de la croissance négative des exportations de cette catégorie qui serait certes partiellement neutralisée par une baisse de la valeur réelle de la tonne. En 2030, les NST/ R9 et 7_8 devraient, dans leur ensemble, représenter 66 % du tonnage transporté.

GRAPHIQUE 25 - Tonnage transporté – sorties (millions de tonnes) – scénario de référence

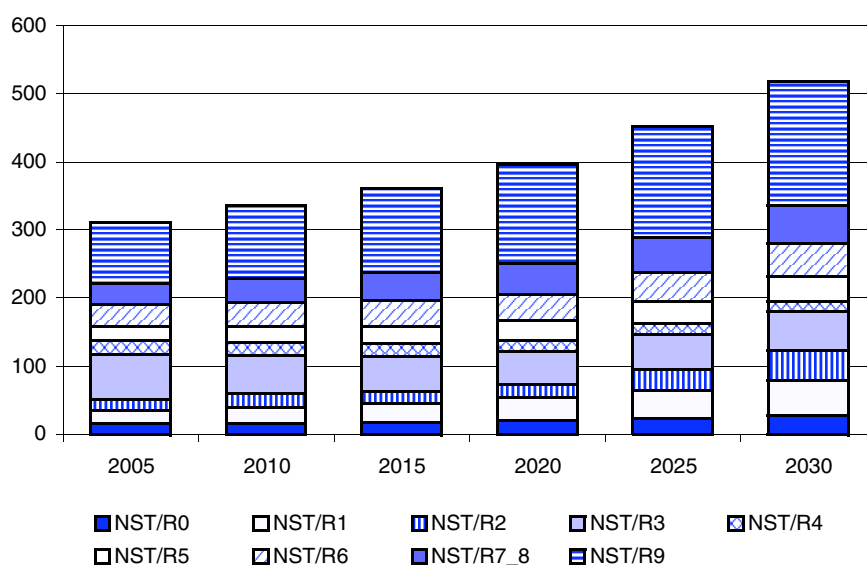


Source : PLANET

3. Tonnage transporté – entrées de marchandises

A l'horizon 2030, le tonnage des marchandises qui entrent sur le territoire belge devrait progresser de 67 % (graphique 26), ce qui correspond à une croissance annuelle moyenne de 2,1 %. Ce taux est inférieur à la croissance annuelle moyenne des importations (3,7 %) puisque la valeur moyenne de la tonne transportée devrait augmenter. Le tonnage transporté devrait croître pour toutes les catégories NST/R sauf pour les catégories NST/R3 et 4. En ce qui concerne la catégorie NST/R2, le tonnage transporté devrait diminuer dans un premier temps pour ensuite à nouveau augmenter. Cette évolution est en droite ligne avec les perspectives d'importation de ces marchandises qui tiennent compte du poids croissant des combustibles solides dans la production d'électricité après 2020 en raison de l'avantage comparatif du charbon par rapport au gaz naturel (voir supra).

La part de toutes les catégories de marchandises devrait augmenter sauf celle des NST/R3, 4 et 6 (graphique 24). La part de la NST/R3 devrait baisser de 21 % en 2005 à 11 % en 2030, suite à une baisse des importations de cette catégorie de marchandises. En 2030, les quatre principales catégories de marchandises seraient les suivantes : NST/R9 (35 %), NST/R7_8 (11 %), NST/R3 (11 %) et NST/R1 (10 %).

GRAPHIQUE 26 - Tonnage transporté – entrées (millions de tonnes) – scénario de référence

Source : PLANET

4. Tonnage transporté – transit sans transbordement

Au niveau du transit sans transbordement, le tonnage transporté jusqu'en 2006 est tiré de la banque de données des indicateurs de transport du BFP. L'évolution au-delà de 2006 dépend des échanges internationaux, tels qu'estimés à partir de l'évolution du tonnage des entrées et des sorties. De plus, le modèle tient compte de l'évolution relative du coût généralisé du transport sur le territoire belge par rapport à des routes alternatives qui ne passent pas par la Belgique.

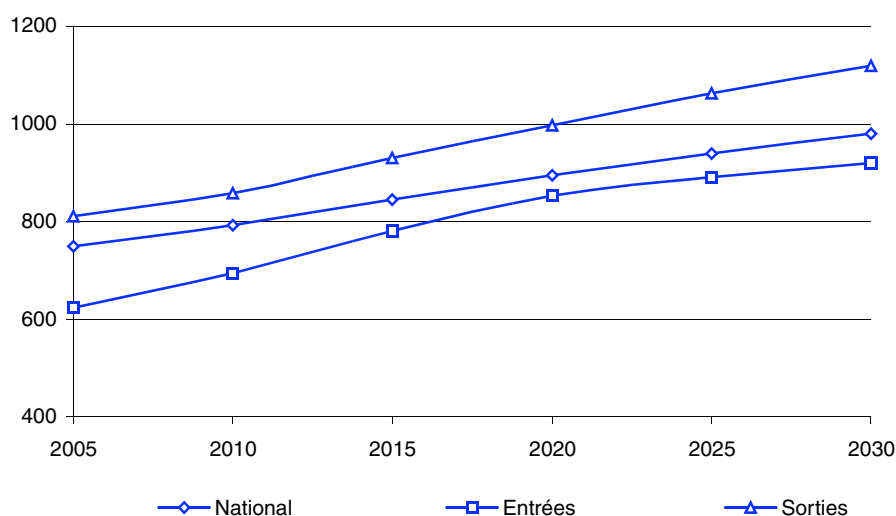
L'évolution du coût généralisé à l'année t est supposée avoir un effet sur le transit sans transbordement en Belgique au cours de la période $t+1$. L'élasticité par rapport au coût généralisé est fixée à $-0,5$, ce qui signifie que la demande est inélastique. La Belgique est un petit pays qui peut être facilement évité par ces flux de transport. Cela pourrait justifier une élasticité plus élevée. Le modèle tient donc implicitement compte du fait que les coûts du transport progresseront aussi à l'étranger, quoique dans une moindre mesure qu'en Belgique.

En 2005, le transit sans transbordement en Belgique représentait 52,4 millions de tonnes, ce qui correspond à 5 % du tonnage total transporté. Compte tenu de la part relativement faible de ce flux de transport, l'hypothèse d'élasticité par rapport au coût généralisé n'influence les résultats que faiblement. Dans le scénario de référence, le transit sans transbordement progresserait de 41 % entre 2005 et 2030. Si l'évolution du coût relatif du transport n'était pas prise en considération, ce flux de transport augmenterait de 77 %.

5. Valeur moyenne de la tonne transportée

La valeur moyenne de la tonne transportée devrait évoluer entre 2005 et 2030 sous l'effet d'un changement dans la composition des marchandises transportées. Tant la composition des catégories que leur poids dans les flux de transport devraient changer. Le graphique 27 montre l'évolution de la valeur moyenne de la tonne transportée (en prix constants) pour les transports national et international de marchandises. Le taux de croissance annuel moyen devrait être de 1,1 % pour le transport national, de 1,3 % pour les sorties et de 1,6 % pour les entrées.

GRAPHIQUE 27 - Valeur moyenne de la tonne transportée (euro/tonne) (prix constants de 2000) – scénario de référence



Source : PLANET

6. Tonnage transporté par air, mer et pipelines

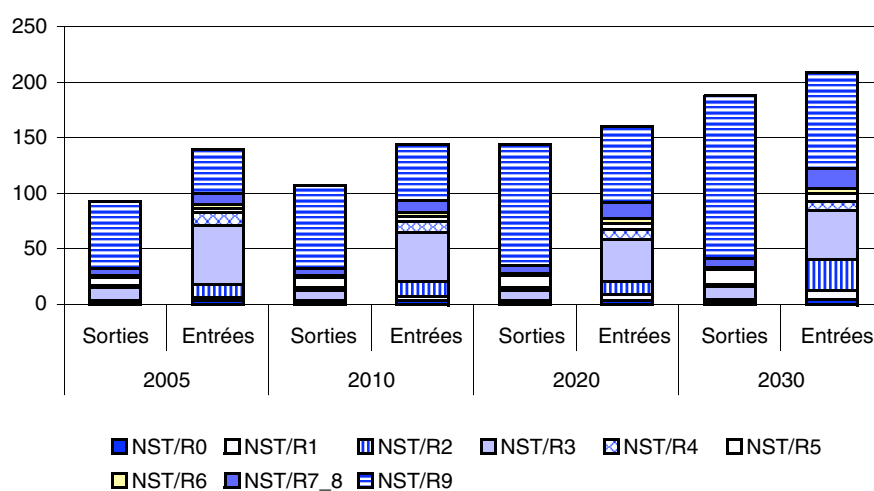
PLANET ne modélise que le transport de marchandises par route, rail et navigation intérieure. C'est pourquoi il convient de formuler une hypothèse sur l'évolution du transport par air, mer et pipelines. Le modèle table sur une évolution exogène de ces modes de transport étant donné que les possibilités de substitution entre ces modes et les autres modes sont limitées. Par conséquent, le modèle suppose que le transport de marchandises par air, mer et pipelines n'est pas influencé par les politiques qui s'appliquent aux autres modes et vice versa.

Puisque le transport aérien ne représente qu'une très petite partie du transport international de marchandises (en termes de tonnage transporté), l'hypothèse aura peu d'incidences. En revanche, le transport maritime occupe une partie importante du transport international de marchandises et le 'transport maritime à courte distance'¹ peut se substituer au transport international par route, rail ou navigation intérieure. Dans une version ultérieure de PLANET, 'le transport maritime à courte distance' sera modélisé de manière endogène. Dans sa version actuelle, le modèle se fonde sur une évolution exogène.

1. Selon la définition de la Commission européenne, il s'agit d'un transport maritime qui s'effectue sans traversée océanique. Cette notion recouvre les transports maritimes effectués le long des côtes ainsi qu'entre les ports continentaux de l'Union européenne et les îles qui en font partie.

Pour la période jusqu'à 2006, il existe des observations sur l'évolution de ces modes par catégorie NST/R. Pour la période au-delà de 2006, nous extrapolons les tendances du passé. Ces tendances sont supposées faiblir. Le graphique 28 donne l'évolution correspondante du tonnage total transporté par air, mer et pipelines. Au niveau des sorties, le tonnage transporté par ces modes devrait doubler entre 2005 et 2030, ce qui implique que la part du transport par air, mer et pipelines dans les sorties augmentera puisque le tonnage des sorties devrait augmenter de 77 %. Par contre, la part du transport par air, mer et pipelines dans les entrées devrait diminuer vu que le tonnage transporté par ces modes devrait croître moins vite (de 49 % entre 2005 et 2030) que le tonnage total transporté (croissance de 67 % sur la même période).

GRAPHIQUE 28 - Tonnage transporté par air, mer et pipelines (millions de tonnes) – scénario de référence



Source : PLANET

7. Tonnage transporté – route, rail et navigation intérieure

Entre 2005 et 2030, le tonnage total transporté par route, rail et navigation intérieure devrait progresser de 51 %, comme mentionné au tableau 22. Ce tableau présente aussi les perspectives d'évolution des quatre types de flux de transport : le transport national de marchandises, les sorties, les entrées et le transit sans transbordement. Les taux de croissance des entrées et des sorties diffèrent de ceux mentionnés aux points V.A.2 et V.A.3 puisque seuls les transports par route, rail et navigation intérieure sont pris en considération.

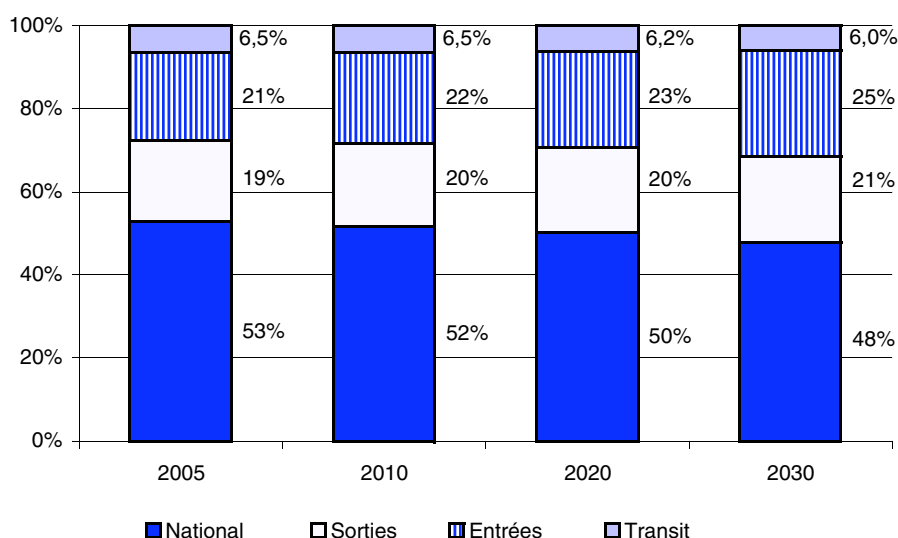
TABLEAU 22 - Tonnage transporté par route, rail et navigation intérieure – scénario de référence

	Mio tonnes		Indice 2005=1			
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
National	425	1,07	1,13	1,20	1,28	1,37
Sorties	157	1,11	1,20	1,32	1,45	1,61
Entrées	171	1,12	1,24	1,38	1,58	1,81
Transit sans transbordement	52	1,08	1,14	1,21	1,31	1,41
Total	804	1,09	1,17	1,26	1,38	1,51

Source : PLANET

Entre 2005 et 2030, la part des différents types de flux de marchandises devrait évoluer (graphique 29). La part du transport national devrait diminuer alors que celle des entrées et des sorties devrait augmenter. A l'horizon 2030, le transit sans transbordement devrait perdre un peu de terrain sous l'effet de la progression du coût du transport en Belgique.

GRAPHIQUE 29 - Part des types de flux de marchandises dans le tonnage transporté (route, rail, navigation intérieure) – scénario de référence



Source : PLANET

B. Répartition géographique du transport de marchandises

En ce qui concerne le transport national de marchandises, la matrice origine-destination est calculée de manière endogène dans le modèle. Le calcul repose sur un modèle gravitaire élaboré pour chaque catégorie de marchandises et estimé sur la base des flux de marchandises observés en 2000 (Desmet et al., 2008). Les flux de marchandises entre les arrondissements sont fonction du coût généralisé du transport et des caractéristiques des arrondissements (population, production, présence d'un port, etc.). Il est également tenu compte d'une possible barrière (culturelle) entre les régions de la Belgique. Pour les entrées et les sorties, c'est un modèle basé sur les facteurs de croissance qui est utilisé.

Le tableau 23 présente l'évolution, entre 2005 et 2030, de la matrice origine-destination agrégée. Seuls les flux de marchandises transportés par route, rail et navigation intérieure sont pris en considération. Le poids du transport international de marchandises devrait augmenter entre 2005 et 2030, et ce principalement au départ et à destination de la Flandre. Au niveau du transport national de marchandises aussi, la part des flux au départ et à destination de la Flandre devrait progresser.

TABEAU 23 - Matrice origine-destination pour le transport de marchandises (route, rail, navigation intérieure) – scénario de référence

Origine	Destination									
	2005					2030				
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Etranger	Total	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Etranger	Total
<i>ktonnes</i>										
Bruxelles	14	12	6	6		20	16	8	12	
Flandre	19	722	83	316		31	1036	116	517	
Wallonie	6	81	220	107		9	81	276	163	
Etranger	14	353	101	143		26	652	169	202	
<i>Part dans les flux totaux de transport</i>										
Bruxelles	0,7%	0,5%	0,3%	0,3%	1,7%	0,6%	0,5%	0,3%	0,4%	1,7%
Flandre	0,9%	32,8%	3,8%	14,3%	51,8%	0,9%	31,1%	3,5%	15,5%	51,0%
Wallonie	0,3%	3,7%	10,0%	4,8%	18,8%	0,3%	2,4%	8,3%	4,9%	15,9%
Etranger	0,6%	16,0%	4,6%	6,5%	27,7%	0,8%	19,6%	5,1%	6,0%	31,5%
Total	2,4%	53,0%	18,6%	26,0%		2,6%	53,5%	17,1%	26,8%	
<i>Part dans les flux de transport national</i>										
Bruxelles	1,2%	1,0%	0,5%		2,7%	1,2%	1,0%	0,5%		2,8%
Flandre	1,7%	62,1%	7,2%		70,9%	2,0%	65,0%	7,3%		74,3%
Wallonie	0,5%	6,9%	18,9%		26,4%	0,5%	5,1%	17,3%		22,9%
Total	3,4%	70,0%	26,6%			3,7%	71,1%	25,2%		

Source : PLANET

C. Nombre de tonnes-kilomètres

Les perspectives d'évolution du nombre de tonnes-kilomètres sont fonction de l'évolution du tonnage transporté et du coût généralisé du transport. Une distinction est faite entre le nombre de tonnes-kilomètres parcourus en Belgique et à l'étranger. La comparaison des tableau 24 et tableau 22 montre que les tonnes-kilomètres progressent plus nettement dans les deux cas que le tonnage transporté, ce qui s'explique par un allongement de la distance moyenne parcourue par tonne. La progression serait plus nette pour les tonnes-kilomètres parcourus à l'étranger.

Le transport national – qui représentait 45 % des tonnes-kilomètres en Belgique en 2005 – devrait croître de 40 % sur la période 2005-2030. Les sorties, qui prenaient à leur compte 20 % des tonnes-kilomètres en Belgique en 2005, progresseraient de 73 %. Quant aux entrées, qui occupaient une part de 20 % des tonnes-kilomètres en 2005, elles augmenteraient de 99 %. La croissance du nombre de tonnes-kilomètres est plus marquée au niveau du transport international, ce qui reflète surtout une croissance plus nette du tonnage transporté dans les mouvements de transport international. En 2005, le transit sans transbordement représentait 14 % du nombre de tonnes-kilomètres. Avec une élasticité de -0,5 par rapport au coût généralisé du transport, le nombre de tonnes-kilomètres devrait croître de 52 % pour le transit.

TABLEAU 24 - Nombre de tonnes-kilomètres (route, rail, navigation intérieure) – scénario de référence

	Mio tonnes-km par an			Indice 2005=1		
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
En Belgique	69879	1,11	1,20	1,30	1,44	1,60
National	31342	1,05	1,12	1,18	1,28	1,40
Sorties	14113	1,14	1,26	1,39	1,55	1,73
Entrées	14315	1,19	1,33	1,50	1,72	1,99
Transit sans transbordement	10109	1,10	1,18	1,27	1,39	1,52
A l'étranger	73281	1,13	1,26	1,42	1,61	1,83

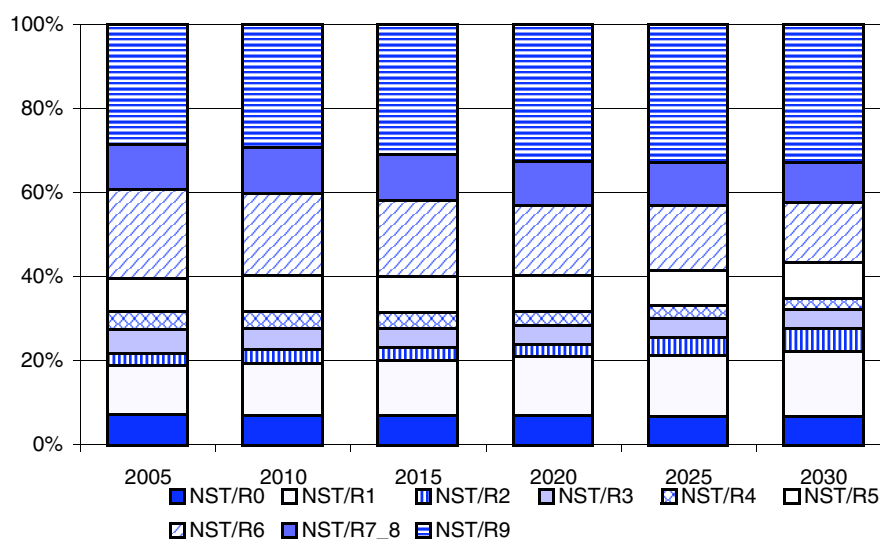
Source : PLANET

TABLEAU 25 - Distance moyenne parcourue par une tonne (route, rail, navigation intérieure) – scénario de référence

	km/tonne			Indice 2005=1		
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
En Belgique	86,9	1,02	1,02	1,03	1,05	1,06
National	73,8	0,99	0,99	0,99	1,00	1,02
Sorties	90,2	1,03	1,05	1,05	1,06	1,07
Entrées	83,9	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10
Transit sans transbordement	193,7	1,02	1,03	1,05	1,06	1,08
A l'étranger	193	1,02	1,04	1,06	1,08	1,09

Source : PLANET

Le graphique 30 synthétise les perspectives d'évolution de la part des dix catégories NST/R dans les tonnes-kilomètres en Belgique, à l'exception du transit sans transbordement dont la composition n'est pas disponible. Les principaux changements interviendraient au niveau de la catégorie NST/R6 dont la part passerait de 21 % en 2005 à 14,3 % en 2030 et des catégories NST/R1 et 9 dont le poids augmenterait sensiblement. L'évolution est fonction du tonnage transporté et de la distance moyenne parcourue par tonne de chaque catégorie NST/R.

GRAPHIQUE 30 - Part des catégories NST/R dans les tonnes-kilomètres parcourus en Belgique (à l'excl. du transit sans transbordement) (route, rail, navigation intérieure) – scénario de référence

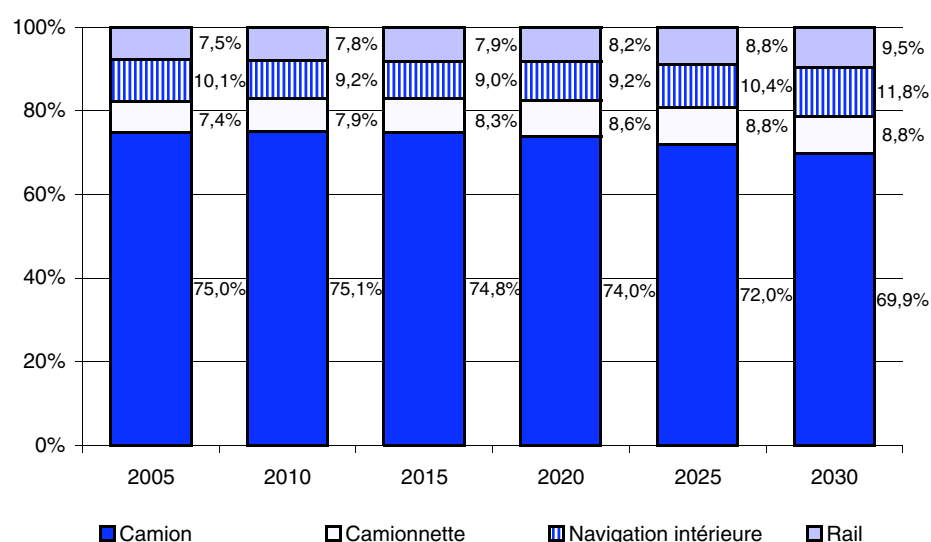
Source : PLANET

D. Parts des différents modes et parts des heures creuses et de pointe

Pour le transport de marchandises en Belgique, nous envisageons quatre moyens de transport : deux modes routiers (camion et camionnette), le rail et la navigation intérieure. Au niveau du transport routier, nous faisons une distinction entre les heures creuses et de pointe. Le choix du mode de transport et de la plage horaire est déterminé de manière itérative en fonction de l'évolution du coût généralisé du transport et des caractéristiques de la demande de transport de marchandises. Le coût généralisé se compose du coût monétaire et du coût en temps. Ce dernier est fonction du flux de circulation pour le transport routier.

Le scénario de référence prévoit un glissement du transport routier vers les deux autres modes. Le graphique 31 met en exergue l'évolution des parts modales dans le transport national de marchandises.

GRAPHIQUE 31 - Parts des moyens de transport dans le nombre de tonnes-kilomètres – transport national de marchandises – scénario de référence



Source : PLANET

Entre 2005 et 2030, on devrait observer un glissement du transport de marchandises vers le rail et la navigation intérieure qui verraient ainsi leur part totale passer de 17,6 % à 21,3 %. La croissance des flux de transport devrait entraîner une baisse de la vitesse sur la route. Par conséquent, le coût généralisé du transport routier devrait augmenter et engendrer un glissement vers le transport par rail et navigation intérieure. Cette évolution devrait, à son tour, limiter la croissance des flux de trafic routier. Dans le nouvel équilibre, le coût généralisé progresserait plus rapidement pour le transport routier que pour le transport par rail et navigation intérieure, ce qui est illustré au tableau 26 pour la catégorie NST/R9.

Au sein du transport routier, on observerait un glissement des camions vers les camionnettes. Ce glissement s'explique davantage par l'évolution de la nature des marchandises transportées que par le coût généralisé du transport. Le tonna-

ge des marchandises pouvant être transportées par camionnette progresserait plus rapidement que celui des autres marchandises.

De plus, la part des heures de pointe dans le transport routier diminuerait entre 2005 et 2030. Elle passerait de 27 % à 22 % pour les camions et de 27 % à 24 % pour les camionnettes. Cette évolution est attribuable à la progression plus rapide du coût du transport aux heures de pointe par rapport à celui aux heures creuses (tableau 26).

L'évolution du coût généralisé du transport (tableau 26) est dominée par l'évolution du coût en temps (tableau 27). Pour ce qui est du transport routier, ce coût en temps devrait augmenter sous l'effet à la fois d'une baisse de la vitesse moyenne (voir section VI.A) et d'une hausse de la valeur du temps. Seul le deuxième facteur est à prendre en considération pour le rail et la navigation intérieure puisque la vitesse est supposée rester constante pour ces deux modes de transport.

TABLEAU 26 - Coût généralisé réel du transport par tonne-kilomètre pour la catégorie NST/R9 – indice 2005 = 1 (transporteurs belges) – scénario de référence

			Indice 2005 =1					Part du coût monétaire dans le coût généralisé	
			2010	2015	2020	2025	2030	2005	2030
Transport routier en Belgique									
National	Camion	Pointe	1,10	1,20	1,31	1,42	1,54	36%	25%
		Creuse	1,07	1,11	1,16	1,21	1,27	51%	42%
	Camionnette	Pointe	1,08	1,16	1,25	1,34	1,44	48%	35%
		Creuse	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	63%	54%
Transport routier à l'étranger									
Entrées			1,19	1,23	1,29	1,35	1,41	53%	48%
Sorties			1,11	1,15	1,21	1,26	1,32	55%	47%
Rail			1,01	1,02	1,04	1,06	1,08	31%	28%
Navigation intérieure			1,07	1,08	1,10	1,11	1,12	73%	72%

Source : PLANET

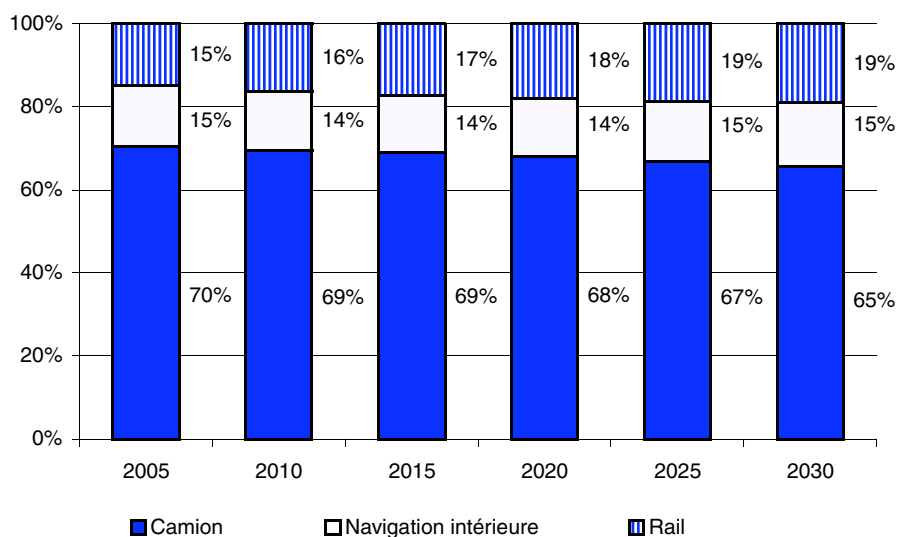
TABLEAU 27 - Coût en temps réel du transport de marchandises par tonne-kilomètre – indice 2005 = 1 – scénario de référence

		Indice 2005=1				
		2010	2015	2020	2025	2030
Transport routier en Belgique						
Heure de pointe		1,13	1,28	1,46	1,63	1,82
Heure creuse		1,07	1,16	1,26	1,38	1,50
Transport routier à l'étranger		1,08	1,19	1,31	1,43	1,57
Rail et navigation intérieure		1,01	1,04	1,07	1,09	1,13

Source : PLANET

Le graphique 32 montre l'évolution attendue du choix modal pour le transport international de marchandises en Belgique. La navigation intérieure et le rail surtout, qui représentaient en 2005 une part de marché plus importante que dans le transport national, progressent. Mais le transport routier resterait dominant dans le scénario de référence.

GRAPHIQUE 32 - Parts des moyens de transport dans le nombre de tonnes-kilomètres – transport international de marchandises en Belgique – scénario de référence



Note : International = entrées + sorties + transit sans transbordement

Source : PLANET



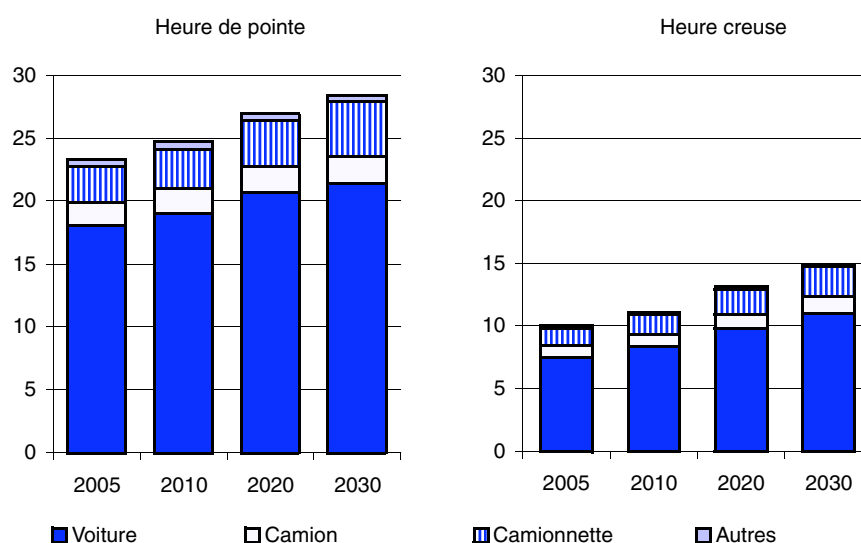
Congestion et coûts environnementaux

A. Congestion

Le nombre de véhicules-kilomètres sur le réseau routier devrait fortement augmenter. La hausse prévue entre 2005 et 2030 s'élève à 37 % pour les camions¹, 67 % pour les camionnettes et 38 % pour les voitures. Par conséquent, la vitesse moyenne sur le réseau routier continuerait à diminuer. En 2030, la vitesse moyenne durant les heures de pointe devrait être de 31 % inférieure à celle que l'on connaissait en 2005. Durant les heures creuses, la diminution devrait être de 17 %. Le ralentissement important du trafic entraînerait le déplacement d'une partie du trafic routier des heures de pointe vers les heures creuses (cf. sections IV.D et V.D). En 2030, la part des heures de pointe dans le nombre total de véhicules-kilomètres devrait ainsi s'élever à 23,7 % pour les camions et les camionnettes, contre 26,7 % en 2005. Pour les voitures, la part des heures de pointe passerait de 30 % en 2005 à 25 % en 2030.

Le graphique 33 présente les perspectives d'évolution du trafic routier aux heures de pointe et aux heures creuses, avec, chaque fois, la composition du trafic. Le trafic routier est exprimé en « équivalent voitures-kilomètres », plutôt qu'en véhicules-kilomètres. Le choix de cette unité se justifie puisqu'un camion ou une camionnette supplémentaire gêne davantage la circulation qu'une voiture supplémentaire (cf. annexe X.E).

GRAPHIQUE 33 - Trafic routier en millions d'équivalents voitures-kilomètres par heure – scénario de référence



Source : PLANET

1. Pour les camions, l'augmentation du nombre de véhicules-km entre 2005 et 2030 (37 %) serait inférieure à celle du nombre de tonnes-km (49 %), et ce, en raison de l'augmentation du taux de chargement moyen.

Le tableau 28 présente l'évolution induite des coûts marginaux externes de congestion (CMEC). Les CMEC comprennent les coûts en temps supplémentaires occasionnés par un usager supplémentaire aux autres usagers (cf. annexe X.E). Les CMEC atteignent leur niveau maximum durant les heures de pointe, étant donné que c'est à ce moment que le flux du trafic routier et la valeur moyenne du temps sont à leur plus haut niveau. Les CMEC varient également en fonction des différents moyens de transport, vu que chacun d'eux représente une entrave différente à la circulation routière. Les CMEC augmenteraient fortement entre 2005 et 2030 en raison de l'intensification du flux de circulation routière et de l'augmentation de la valeur du temps. Notons à cet égard que dans le scénario de référence, l'infrastructure routière reste, par hypothèse, inchangée. Par conséquent, les chiffres repris au tableau 28 peuvent être considérés comme des maxima.

TABLERAU 28 - Coûts marginaux externes de congestion – scénario de référence

		euro/véhicule-km	Indice 2005=1 (termes réels)				
		2005	2010	2015	2020	2025	2030
Pointe	Voiture	0,36	1,30	1,66	2,08	2,52	3,02
	Bus/tram/méto	0,89					
	Moto	0,27					
	Camion	0,71					
	Camionnette	0,53					
Creuse	Voiture	0,05	1,24	1,51	1,82	2,19	2,62
	Bus/tram/méto	0,14					
	Moto	0,04					
	Camion	0,11					
	Camionnette	0,08					

Source : PLANET

B. Impact sur l'environnement

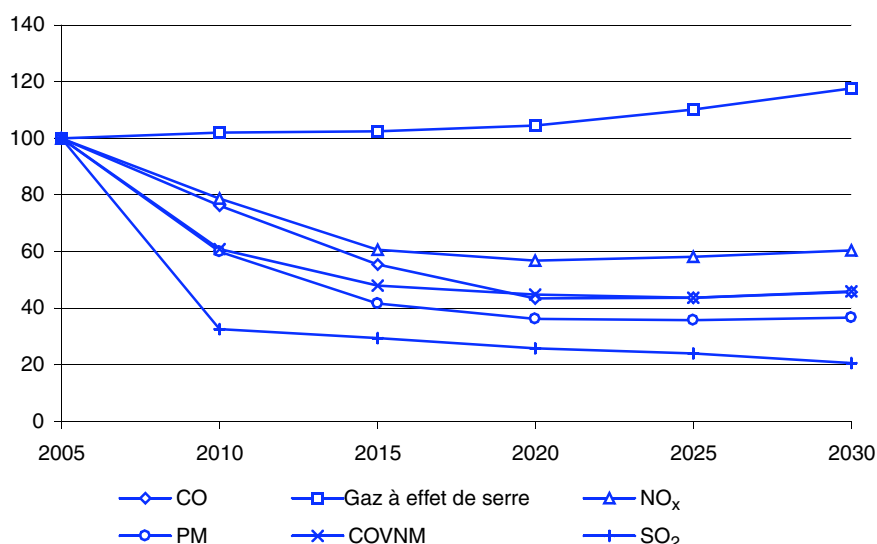
Pour l'impact sur la pollution atmosphérique et le changement climatique, une distinction est faite entre les émissions directes et indirectes (cf. section III.C).

1. Emissions directes

Le graphique 34 présente les perspectives d'évolution des émissions directes de cinq substances polluantes (CO, NO_x, PM, COVNM et SO₂) et de trois gaz à effet de serre (CO₂, CH₄ et N₂O, exprimés en équivalent CO₂). Les émissions directes de CO, NO_x, PM et COVNM devraient d'abord diminuer pour repartir légèrement à la hausse par la suite. La baisse des émissions directes de ces substances est due à la mise en œuvre de technologies plus propres. Après 2020, cet effet positif serait cependant partiellement contrebalancé par l'augmentation du trafic routier. Toutefois, en 2030, le niveau resterait substantiellement inférieur à celui de 2005. La baisse par rapport aux niveaux de 2005 atteindrait ainsi 54 % pour le CO, 40 % pour les NO_x, 63,7 % pour les PM et 54 % pour les COVNM. Les émissions directes de SO₂ devraient sensiblement diminuer, surtout entre 2005 et 2010, grâce à l'introduction de carburants à faible teneur en soufre. En 2030, les émissions directes de SO₂ devraient être 79 % inférieures à celles de 2005.

Les émissions directes de gaz à effet de serre (GES) augmenteraient de 17,6 % entre 2005 et 2030. En ce qui concerne les GES, l'effet cumulé de l'utilisation de véhicules plus économiques et du recours croissant aux biocarburants ne devrait pas permettre de compenser l'augmentation globale du transport de personnes et de marchandises.

GRAPHIQUE 34 - Emissions directes du transport de personnes et de marchandises en Belgique (route, rail, navigation intérieure) – 2005=100 – scénario de référence



Source : BFP

2. Emissions indirectes

Les émissions indirectes comprennent les émissions engendrées par la production et le transport de carburants et par la production d'électricité destinée aux transports ferroviaires. Dans le premier cas, le modèle reprend uniquement les émissions indirectes des trois principaux GES (CO₂, CH₄ et N₂O)¹. Pour la production d'électricité, les émissions indirectes comprennent en outre les émissions de NO_x, PM et SO₂. Comme expliqué à la section III.C.2.a trois hypothèses sont analysées en ce qui concerne la production d'électricité (REF, CLEN et NUC).

Le tableau 29 indique l'évolution projetée des émissions totales (directes + indirectes) dans le scénario de référence. Le tableau inclut uniquement les agents polluants pour lesquels les émissions indirectes ont été calculées. Les émissions de GES, NO_x et PM ne sont pratiquement pas influencées par les différentes hypothèses retenues en matière de production d'électricité. C'est pourquoi le tableau indique uniquement les valeurs pour l'hypothèse de référence (REF). Pour les émissions de SO₂, en revanche, ces hypothèses jouent un rôle important. Il convient toutefois de replacer l'évolution des émissions totales de SO₂ produites par les transports dans leur juste contexte, sachant que le secteur des transports n'est responsable que d'une très petite partie (environ 1 %) des émissions totales de SO₂ en Belgique.

1. Pour les autres polluants, les émissions indirectes sont plus difficiles à estimer sur la base des études existantes.

L'évolution des émissions totales de NO_x, PM et SO₂ est moins favorable que celle des émissions directes. De même, l'augmentation des émissions totales de GES est supérieure à celle des émissions directes. L'évolution des émissions totales de SO₂ dépend fortement de l'hypothèse de production d'électricité retenue. Dans l'hypothèse REF, ces émissions seraient, en 2030, 71 % plus élevées qu'en 2005. Dans l'hypothèse CLEN, l'augmentation par rapport à 2005 atteindrait 49 %. Enfin, dans l'hypothèse NUC, il y aurait une baisse de 44 % des émissions totales de SO₂ par rapport à 2005.

Le tableau 30 donne un aperçu de l'importance relative des émissions directes et indirectes. Il montre l'évolution de la part des émissions directes par rapport aux émissions totales. Pour les polluants non repris dans ce tableau – CO et COVNM – cette part atteint 100 %. En 2005, la part des émissions directes est de 84 % pour les GES, 99 % pour le NO_x et les PM, et 69 % pour le SO₂. Pour ces polluants, la part des émissions directes dans le scénario de référence devrait diminuer. Pour les GES, les émissions indirectes augmenteraient plus rapidement que les émissions directes, principalement en raison de la part croissante des biocarburants, lesquels génèrent davantage d'émissions indirectes que les combustibles ordinaires. Dans le cas des NO_x, des PM et du SO₂, l'évolution est le résultat d'un recul des émissions directes et d'une augmentation des émissions indirectes. Pour les émissions de SO₂, le second facteur joue un rôle très important après 2015.

TABEAU 29 - Emissions totales (directes et indirectes) du transport de personnes et de marchandises en Belgique (route, rail, navigation intérieure) – 2005=100 – scénario de référence

	2010	2020	2030
Gaz à effet de serre	103	107	122
NO _x	79	57	62
PM	60	38	40
SO ₂ (REF)	59	82	171
SO ₂ (CLEN)	55	57	149
SO ₂ (NUC)	53	50	56

Source : PLANET

TABEAU 30 - Part des émissions directes dans les émissions totales du transport de personnes et de marchandises en Belgique (route, rail, navigation intérieure) – scénario de référence

	2005	2010	2020	2030
Gaz à effet de serre	84%	83%	82%	80%
NO _x	99%	99%	98%	97%
PM	99%	98%	96%	90%
SO ₂ (REF)	69%	38%	22%	8%
SO ₂ (CLEN)	69%	41%	31%	10%
SO ₂ (NUC)	69%	42%	35%	25%

Source : PLANET

3. Coûts marginaux externes liés à l'environnement

Le tableau 31 et le tableau 32 présentent l'évolution des coûts marginaux externes directs liés à l'environnement (CMEE) dans le scénario de référence. Ce terme renvoie au coût de la pollution de l'air et du changement climatique provoqué par un passager-kilomètre ou un tonne-kilomètre supplémentaire. Il s'agit des coûts environnementaux liés aux émissions directes. Afin de pouvoir comparer les différents modes, les CMEE sont exprimés en euro par 1 000 passagers-kilomètres pour le transport de personnes¹ et en euro par 1 000 tonnes-kilomètres pour le transport de marchandises². Les CMEE sont calculés à partir des facteurs d'émissions et des coûts environnementaux décrits à la section III.C. Une valeur basse, centrale et élevée de CMEE est à chaque fois proposée, et ce en fonction du coût des gaz à effet de serre (voir tableau 19).

Les CMEE par passager-kilomètre (tableau 31) sont les plus élevés pour la voiture et la moto. L'écart entre les valeurs aux heures de pointe et aux heures creuses pour la voiture et les bus/tram/méto reflète la différence de taux d'occupation moyen. Les CMEE baissent, dans un premier temps, pour tous les moyens de transport sauf le train pour ensuite augmenter à nouveau. Cette évolution s'explique par la combinaison de différents facteurs : (i) l'évolution des facteurs d'émission, (ii) l'évolution du taux d'occupation moyen de la voiture et (iii) la croissance de la valeur monétaire des dommages environnementaux. Les CMEE directs du transport de personnes par rail augmentent dans un premier temps pour ensuite diminuer. La hausse est principalement attribuable à la progression du coût monétaire des émissions, alors que la baisse observée entre 2025 et 2030 est due à des facteurs d'émissions directes plus faibles pour les PM et le NO_x.

Les CMEE directs par tonne-kilomètre (tableau 32) sont les plus élevés pour les camionnettes, suivies par la navigation intérieure et le rail. Les CMEE élevés pour les camionnettes sont dus à un taux de chargement moyen peu élevé. Dans la plupart des cas, les CMEE directs diminueraient dans un premier temps pour ensuite augmenter à nouveau. Des facteurs comparables à ceux associés au transport de personnes jouent ici.

Le tableau 33 et le tableau 34 fournissent plus d'informations sur l'importance relative des coûts environnementaux directs et indirects. Pour tous les modes de transport de personnes, à l'exception du train, les CMEE directs représentent la part du lion des CMEE (tableau 33). Cette donne ne devrait pas évoluer sensiblement entre 2005 et 2030. Dans le cas du transport de personnes par rail, ce sont les CMEE indirects liés à la production d'électricité qui dominent. Leur part devrait encore croître entre 2005 et 2030. Tel qu'on peut s'y attendre, la croissance de leur part devrait être plus élevée sous l'hypothèse REF que dans les hypothèses CLEN et NUC.

-
1. En ce qui concerne le transport de personnes, nous avons utilisé les taux d'occupation suivants : 1,20 (2005) à 1,16 (2030) pour la voiture aux heures de pointe, 1,38 (2005) à 1,28 (2030) pour la voiture aux heures creuses, 37 pour les bus/tram/méto aux heures de pointe, 15 pour les BTM durant les heures creuses, et 1 pour les motos.
 2. Le taux de chargement moyen d'une camionnette est de 0,25 tonne/véhicule. Pour les camions, le tableau 32 se base sur le taux de chargement des transporteurs belges qui varie de 8,95 tonnes/véhicule en 2005 à 9,92 tonnes en 2030.

Au niveau du transport de marchandises, ce sont les CMEE directs qui dominent en 2005 pour l'ensemble des modes (tableau 34). Entre 2005 et 2030, leur importance relative devrait diminuer et la diminution serait la plus marquée pour le rail dans l'hypothèse REF.

TABLEAU 31 - Coûts marginaux externes directs liés à la pollution de l'air et au changement climatique du transport de personnes – scénario de référence

			euro2000/1000 passagers-km		Indice 2005=1 (termes réels)			
			2005	2010	2015	2020	2025	2030
Faible	Voiture	Pointe	10,6	0,68	0,52	0,52	0,54	0,63
		Creuse	9,2	0,68	0,53	0,54	0,56	0,66
	BTM	Pointe	3,6	0,67	0,51	0,44	0,40	0,44
		Creuse	8,8					
	Moto		10,5	0,80	0,69	0,66	0,50	0,59
	Train		0,3	1,08	1,12	1,21	1,27	0,71
Centrale	Voiture	Pointe	11,8	0,72	0,58	0,59	0,60	0,71
		Creuse	10,3	0,73	0,59	0,61	0,63	0,74
	BTM	Pointe	3,7	0,70	0,55	0,49	0,45	0,50
		Creuse	9,2					
	Moto		11,2	0,82	0,73	0,71	0,56	0,66
	Train		0,3	1,09	1,13	1,23	1,29	0,81
Elevée	Voiture	Pointe	16,2	0,85	0,71	0,79	0,80	0,99
		Creuse	14,1	0,86	0,72	0,82	0,83	1,04
	BTM	Pointe	4,3	0,77	0,65	0,67	0,63	0,74
		Creuse	10,7					
	Moto		13,8	0,91	0,83	0,89	0,77	0,95
	Train		0,4	1,14	1,16	1,34	1,37	1,15

Source : PLANET

TABLEAU 32 - Coûts marginaux externes directs liés à la pollution de l'air et au changement climatique du transport de marchandises – scénario de référence

			Euro2000/1000 tonnes-km		Indice 2005=1 (termes réels)			
			2005	2010	2015	2020	2025	2030
Faible	Camionnette		79,2	0,74	0,65	0,68	0,69	0,79
	Camion		9,1	0,74	0,54	0,53	0,51	0,58
	Rail		1,1	1,05	0,96	0,74	0,71	0,79
	Navigation intérieure		3,8	0,95	0,86	0,77	0,72	0,71
Centrale	Camionnette		87,3	0,78	0,69	0,74	0,75	0,86
	Camion		10,0	0,78	0,60	0,60	0,58	0,67
	Rail		1,2	1,06	0,98	0,79	0,77	0,86
	Navigation intérieure		4,0	0,97	0,88	0,81	0,77	0,77
Elevée	Camionnette		116,3	0,89	0,81	0,92	0,93	1,11
	Camion		13,3	0,89	0,74	0,83	0,81	0,97
	Rail		1,5	1,11	1,04	0,97	0,94	1,11
	Navigation intérieure		4,9	1,02	0,94	0,95	0,92	1,00

Source : PLANET

TABEAU 33 - Coûts marginaux externes directs et totaux liés à la pollution de l'air et au changement climatique du transport de personnes (euro2000 par 1000 passagers-kilomètres et ratio) – scénario de référence

		2005			2030		
		Directs	Totaux	Directs/Totaux	Directs	Totaux	Directs/Totaux
Voiture	Pointe	11,8	12,4	95%	8,4	9,4	89%
	Creuse	10,3	10,8		7,6	8,6	
BTM	Pointe	3,7	3,8	98%	1,9	2,0	92%
	Creuse	9,2	9,4		4,6	5,0	
Moto		11,2	11,6	97%	7,4	8,0	92%
Train	REF					3,1	7%
	CLEN	Alle 0,3	Alle 1,2	Alle 23%	Alle 0,2	2,8	8%
	NUC					1,7	14%

Source : PLANET

Note : Valeur centrale pour les dommages liés aux gaz à effet de serre

TABEAU 34 - Coûts marginaux externes directs et totaux liés à la pollution de l'air et au changement climatique du transport de marchandises (euro2000 par 1000 tonnes-km et ratio) – scénario de référence

		2005			2030		
		Directs	Totaux	Directs/Totaux	Directs	Totaux	Directs/Totaux
Camionnette		87,3	91,4	95%	74,7	82,2	91%
Camion		10,0	10,5	95%	6,7	7,5	88%
Navigation intérieure		4,0	4,1	97%	3,1	3,3	94%
Rail	REF					2,3	45%
	CLEN	Alle 1,2	Alle 1,6	Alle 72%	Alle 1,0	2,2	47%
	NUC					1,7	59%

Source : PLANET

Note : Valeur centrale pour les dommages liés aux gaz à effet de serre

C. Un diagnostic de l'évolution du transport

L'évolution projetée dans le scénario de référence est-elle optimale ? Le diagnostic peut être posé en comparant la taxation par kilomètre et les coûts marginaux externes. Cette comparaison donne une idée de l'efficacité du système de transport. Des considérations sociales peuvent néanmoins aussi entrer en ligne de compte dans l'évaluation. Elles n'ont cependant pas été examinées dans cette étude. Les coûts marginaux externes sont des coûts générés par un usager des transports supplémentaire mais dont il ne tient pas compte sauf si les autorités l'y confrontent d'une manière ou d'une autre. Si les usagers des transports ne sont pas suffisamment confrontés aux coûts externes, leur demande en transport ne sera pas optimale : ils se déplaceront trop, la part des heures de pointe sera trop élevée, la part du transport routier sera trop élevée, etc. Les principaux coûts externes sont liés à la congestion, aux dommages environnementaux et aux accidents de la circulation. Dans ce rapport, nous nous limitons à analyser les coûts de congestion et les coûts liés à la pollution de l'air et au changement climatique.

Il convient de souligner que le rôle des taxes sur le transport est triple : elles alimentent les caisses de l'État, elles peuvent être utilisées pour internaliser les coûts externes et elles peuvent contribuer à atteindre des objectifs sociaux fixés par les

pouvoirs publics. Dans ce chapitre, nous vérifions dans quelle mesure les taxes existantes remplissent le second de ces rôles et laissons les deux autres rôles hors du champ de l'analyse.

Le tableau 35 montre dans quelle mesure les coûts externes environnementaux et de congestion d'un véhicule-kilomètre supplémentaire sont internalisés par la taxation. Le tableau ne prend en considération que les coûts environnementaux directs. En effet, il est plus judicieux d'infléchir les émissions indirectes en stimulant des changements au niveau du processus de production des carburants et de l'électricité. Les résultats sont présentés pour les trois principaux moyens de transport routier. Ainsi, il s'avère que dès 2005, la taxation n'internalise pas tous les coûts externes du transport. De plus, la taxation ne varie pas en fonction de l'heure du déplacement, contrairement aux coûts externes. La taxation est sensiblement trop faible aux heures de pointe. Durant les heures creuses, elle est trop élevée pour la voiture et trop faible pour les camions et les camionnettes. En 2030, la taxation serait - à politique inchangée - encore plus inadaptée pour corriger les coûts externes compte tenu de la croissance prévue du transport des personnes et des marchandises, laquelle fera encore augmenter les coûts de congestion¹.

TABLEAU 35 - Comparaison entre la taxation et les coûts marginaux externes directs pour le transport routier en 2005 et 2030 (euro2000/100 véhicules-km et ratio) – scénario de référence

		2005		2030	
		Taxation/ 100 véhicules-km	Taxation/ coûts externes	Taxation/ 100 véhicules-km	Taxation/ coûts externes
Pointe	Voiture	9,05	25%	7,51	7%
	Camion	14,31	18%	12,91	6%
	Camionnette	4,33	8%	3,46	2%
Creuse	Voiture	9,05	133%	7,51	50%
	Camion	14,31	72%	12,91	37%
	Camionnette	4,33	42%	3,46	15%

Source : PLANET

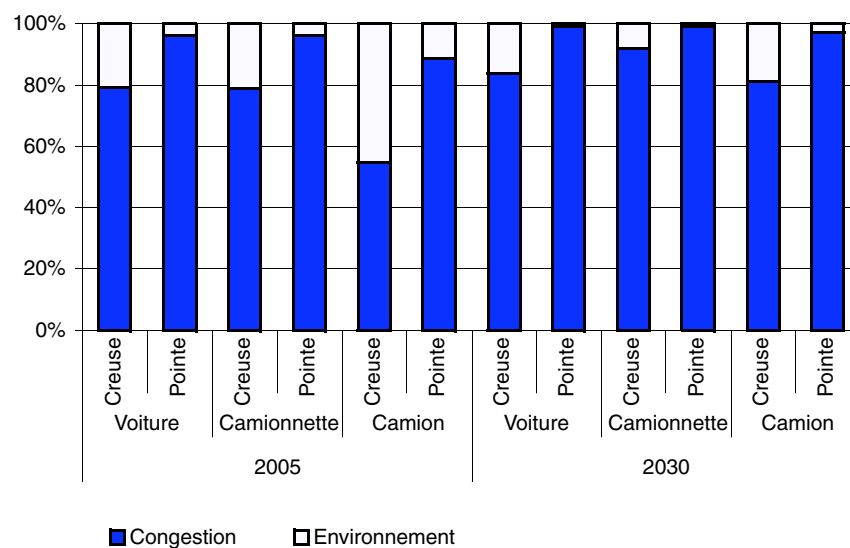
Note : Dans ce tableau, les coûts externes n'englobent que le coût environnemental direct et le coût de congestion.

Au niveau du rail non plus, on n'observe pas d'équilibre entre taxation et coûts externes : le rail bénéficie de subsides d'exploitation² alors qu'il génère des coûts environnementaux. Enfin, la navigation intérieure n'est pas taxée³ alors qu'elle aussi est à l'origine de coûts environnementaux.

Enfin, il ressort du graphique 35 qu'au niveau du transport routier, les coûts marginaux externes de congestion, les coûts marginaux externes liés à la pollution de l'air et au changement climatique pèsent plus que la taxation en 2005 et que leur poids relatif devrait encore augmenter à l'horizon 2030.

1. Le tableau 35 ne tient pas encore compte des coûts externes liés aux accidents. S'ils étaient pris en considération, on observerait un écart encore plus important entre la taxation et les coûts externes d'un véhicule-kilomètre supplémentaire. En termes relatifs, l'impact serait le plus élevé en période creuse.
2. Nous ne prenons en considération que les subventions qui font que le prix payé par les voyageurs est inférieur au coût marginal. L'intervention publique éventuelle dans les coûts fixes n'entre pas en ligne de compte.
3. Les droits de navigation et les droits portuaires payés par la navigation intérieure ont été incorporés dans le modèle, mais sont considérés comme une indemnité due pour l'utilisation de l'infrastructure plutôt que comme une taxe.

GRAPHIQUE 35 - Part des coûts environnementaux et de congestion dans les coûts marginaux externes directs par véhicule-kilomètre (2005 et 2030) – scénario de référence



Source : PLANET



VII Variantes techniques

Dans cette section, nous analysons quatre variantes techniques qui permettent d'estimer la sensibilité des résultats à certaines hypothèses.

La *variante technique A* considère une croissance économique plus faible à partir de 2009. Dans le scénario de référence, le taux de croissance annuel réel du PIB est en moyenne de 2 % sur la période 2009-2030. La variante A prévoit un taux de croissance annuel réel inférieur de 0,5 point de pourcentage à partir de 2009. Ce taux de croissance inférieur a des implications sur la croissance de la production intérieure, des exportations et des importations de marchandises, comme présenté dans le tableau 36. La plus faible croissance économique se traduirait partiellement par une moindre croissance de la productivité du travail et de l'emploi. La population active occupée serait respectivement inférieure de 2,9 % en 2020 et de 5,3 % en 2030 par rapport au scénario de référence.

TABLEAU 36 - Croissance annuelle moyenne sur la période 2009-2030

	Scénario de référence	Variante technique A
Produit intérieur brut ^a	2,0%	1,5%
Production intérieure de marchandises ^a	1,5%	1,2%
Importation de marchandises ^a	3,7%	2,8%
Exportation de marchandises ^a	3,7%	2,8%
Population active occupée	0,4%	0,2%

^a À prix constants

Les *variantes techniques B et C* portent sur le transport de personnes. Elles permettent d'étudier l'impact d'un changement de sensibilité du nombre de déplacements au coût généralisé du transport. Les élasticités du choix modal et temporel restent par contre inchangées.

Dans le scénario de référence, l'élasticité du nombre de déplacements pour d'« autres motifs » au coût généralisé du transport est supposée égale à -0,3. La *variante technique B* considère une élasticité de ces déplacements au coût généralisé deux fois plus élevée (élasticité de -0,6) ; toutefois la demande de ces déplacements reste inélastique.

Pour les déplacements domicile-travail, le scénario de référence part de l'hypothèse que le nombre de trajets dépend entièrement de la taille de la population active occupée et que l'évolution du coût généralisé du transport n'a aucune influence à ce niveau (élasticité = 0). Quant à la *variante technique C*, elle permet d'examiner l'évolution de ces déplacements en cas d'élasticité égale à -0,3. Le coût plus élevé du transport incite alors les travailleurs à faire moins de déplacements

domicile-travail en pratiquant, par exemple, davantage le télétravail. La valeur de l'élasticité dans le cadre de la variante technique C implique une demande inélastique de déplacements domicile-travail.

Enfin, la dernière variante technique porte sur le transport de marchandises. Dans le scénario de référence, nous partons d'une évolution exogène du transport international par mer, air et pipelines. La *variante technique D* permet d'analyser l'impact d'un taux de croissance plus élevé du transport maritime pour les entrées et les sorties de marchandises. Plus précisément, cette variante considère un taux de croissance du transport maritime 10 % plus élevé que dans le scénario de référence, tant pour les sorties que pour les entrées. Tous modes confondus, le tonnage total des entrées et des sorties reste toutefois inchangé. La part du transport maritime devrait donc être plus élevée que dans le scénario de référence. Le tableau 37 synthétise l'évolution sur la période 2005-2030 du tonnage transporté dans le scénario de référence et dans le cadre de la variante technique D.

TABLEAU 37 - Tonnage transporté en 2030 dans le cadre des sorties et des entrées – indice 2005=1

	Scénario de référence	Variante technique D
Sorties		
Transport par mer, air et pipelines	2,0	2,2
Transport par route, rail et navigation intérieure	1,6	1,5
Entrées		
Transport par mer, air et pipelines	1,5	1,6
Transport par route, rail et navigation intérieure	1,8	1,7

Source : PLANET

Les principaux résultats des quatre variantes techniques sont présentés ci-dessous (tableau 38 à tableau 40). Ces tableaux montrent les changements en pour cent de quelques variables par rapport au scénario de référence, à l'horizon 2030. Le tableau 38 met en évidence les effets sur le transport de personnes, tandis que le tableau 39 est consacré aux effets sur le transport de marchandises. Enfin, le tableau 40 résume les effets sur les coûts de congestion et environnementaux.

Les variantes sont de nature différente. La variante technique A porte sur l'ensemble de l'économie et influence donc un nombre beaucoup plus important de déterminants des flux de transport. Les autres variantes techniques ne concernent à chaque fois qu'une partie des flux de transport, ce qui réduit l'impact sur le système de transport.

TABEAU 38 - Effet des variantes techniques sur le transport de personnes en 2030 (différence en pour cent par rapport au scénario de référence)

		A	B	C	D
		Croissance économique plus faible	Elasticité plus élevée des déplacements pour autres motifs	Elasticité plus élevée des déplacements domicile-travail	Part plus élevée du transport maritime
Passagers-km en Belgique	Ecole	0,2%	0,0%	-0,1%	0,0%
	Travail	-7,0%	-0,1%	-8,2%	0,0%
	Autres	-3,9%	-6,3%	0,1%	0,0%
	Total	-4,4%	-4,4%	-2,0%	0,0%
Passagers-km en Belgique	A pied/vélo	-17,6%	-6,0%	-9,0%	-0,4%
	Rail	-10,9%	-6,2%	-8,5%	-0,4%
	Voiture en solo	-7,7%	-4,4%	-2,2%	0,0%
	Covoiturage	3,0%	-4,7%	0,1%	0,1%
	BTM	12,8%	1,0%	3,9%	0,4%
	Moto	-1,2%	-3,7%	-1,5%	0,1%
Passagers-km en Belgique	Pointe	-4,0%	-1,4%	-4,6%	0,0%
	Creuse	-4,6%	-5,6%	-1,0%	0,0%
Véhicules-km en Belgique	Pointe - voiture	-4,4%	-0,9%	-4,2%	0,1%
	Pointe - BTM	24,3%	2,6%	9,6%	0,6%
	Pointe - Moto	1,1%	-0,9%	-2,6%	0,1%
	Creuse - Voiture	-6,8%	-5,8%	-1,1%	0,0%
	Creuse - BTM	3,1%	-0,6%	-0,9%	0,2%
	Creuse - Moto	-1,9%	-4,9%	-1,1%	0,0%

Source : PLANET

TABEAU 39 - Effet des variantes techniques sur le transport de marchandises en 2030 (différence en pour cent par rapport au scénario de référence)

		A	B	C	D
		Croissance économique plus faible	Elasticité plus élevée des déplacements pour autres motifs	Elasticité plus élevée des déplacements maison-travail	Part plus élevée du transport maritime
Tonnes-km en Belgique	National	-13,0%	-0,1%	-0,4%	0,0%
	Sorties	-18,5%	0,0%	-0,5%	-7,5%
	Entrées	-18,6%	-0,1%	-0,5%	-6,2%
	Transit	-16,5%	0,8%	0,2%	0,0%
	Total	-16,1%	0,1%	-0,4%	-3,2%
Tonnes-km en Belgique	Camion	-14,4%	0,6%	0,1%	-2,6%
	Camionnette	-13,6%	-0,1%	-0,4%	0,0%
	Navigation intérieure	-20,2%	-1,2%	-1,4%	-4,4%
	Rail	-20,2%	-1,1%	-1,3%	-5,5%
Véhicules-km en Belgique	Pointe - camion	-8,3%	0,3%	4,4%	-2,3%
	Pointe - camionnette	-10,7%	-0,1%	1,7%	0,1%
	Creuse - camion	-15,9%	0,6%	-1,2%	-2,5%
	Creuse - camionnette	-14,6%	-0,1%	-1,1%	0,0%

Source : PLANET

TABLEAU 40 - Effet des variantes techniques sur la vitesse sur la route et sur les coûts externes en 2030 (différence en pour cent par rapport au scénario de référence)

		A	B	C	D
		Croissance économique plus faible	Elasticité plus élevée des déplacements pour autres motifs	Elasticité plus élevée des déplacements domicile-travail	Part plus élevée du transport maritime
Vitesse sur la route	Pointe	14,0%	1,7%	6,5%	0,3%
	Creuse	5,4%	2,5%	0,7%	0,1%
Coût marginal externe de congestion	Pointe	-28,8%	-3,7%	-12,2%	-0,9%
	Creuse	-21,5%	-8,3%	-2,4%	-0,7%
Dommages environnementaux		-13,2%	-2,5%	-1,3%	-0,7%

Source : PLANET

A. Variante technique A : Croissance économique plus faible

Dans le cadre de la variante A, le nombre de passagers-kilomètres serait, en 2030, 4,4 % inférieur par rapport au scénario de référence, et ce pour deux raisons. Premièrement, la taille de la population active occupée serait plus petite, ce qui induit une diminution du nombre de déplacements domicile-travail. Deuxièmement, la croissance du PIB par tête serait moins rapide, ce qui entraînerait une baisse de la demande de déplacements pour « autres motifs » par rapport au scénario de référence.

Au niveau du transport de marchandises, un ralentissement de la croissance économique a des répercussions négatives tant sur les flux de transports nationaux qu'internationaux. En 2030, le nombre total de tonnes-kilomètres devrait être 16,1 % plus bas que dans le scénario de référence. L'impact sur les flux de transport internationaux devrait être relativement plus important étant donné que les exportations et importations de marchandises devraient se tasser davantage que la production intérieure de marchandises. La baisse du commerce international par rapport à la situation dans le scénario de référence a aussi un impact négatif sur les flux de transit.

La vitesse des trains n'est pas affectée dans cette variante technique. Par contre, la baisse de la demande de transport tant de personnes que de marchandises devrait déboucher sur une hausse de la vitesse sur la route. Une telle évolution a des implications sur le choix modal. A l'échelle du transport de personnes, le nombre de passagers-kilomètres parcourus en covoiturage et en BTM devraient respectivement augmenter de 3,0 % et de 12,8 % par rapport au scénario de référence. Étant donné que le coût en temps représente une partie relativement importante du coût généralisé du transport pour ces modes (voir tableau 21), ceux-ci profitent relativement plus de la baisse du coût en temps. Le nombre de passagers-kilomètres parcourus en voiture « en solo », en train, à pied et en vélo devrait davantage se réduire que le nombre total de passagers-kilomètres, entraînant une baisse de la part de ces modes. Par contre, la part des autres modes augmenterait. Pour le transport de marchandises, on observe à l'horizon 2030 dans la variante A un glissement du rail et de la navigation intérieure, qui baisseraient chacun de 20,2 % par rapport au scénario de référence, vers les modes routiers qui reculeraient moins (de 14,4 % pour les camions et de 13,6 % pour les camionnettes).

Au nouvel équilibre, la vitesse sur la route aux heures de pointe et aux heures creuses devrait être respectivement 14 % et 5,4 % plus élevée que dans le scénario de référence. Puisque la vitesse progresserait davantage aux heures de pointe qu'aux heures creuses, le transport routier de marchandises diminuerait moins aux heures de pointe qu'aux heures creuses. Au niveau du transport des personnes aussi, on observerait un glissement des heures creuses vers les heures de pointe. Compte tenu d'une progression de la vitesse, le coût marginal externe de congestion diminuerait de 28,8 % aux heures de pointe et de 21,5 % aux heures creuses par rapport au scénario de référence. La baisse des flux de transport devrait également déboucher sur une diminution des dommages environnementaux liés à la pollution de l'air et au changement climatique. En 2030, les dommages environnementaux devraient être inférieurs de 13,2 % par rapport au scénario de référence.

Comme escompté, une croissance économique plus faible entraînerait une baisse de la demande de transport, et partant, une évolution moins négative des coûts externes du transport. Ces coûts demeurent néanmoins élevés.

B. Variantes techniques B et C : Sensibilité du nombre de déplacements pour « autres motifs » et des déplacements domicile-travail au facteur prix

Les variantes techniques B et C exercent surtout un impact sur le transport de personnes. Le transport de marchandises n'est affecté que dans une moindre mesure et uniquement de manière indirecte, via l'effet sur la vitesse sur la route induit par les changements au niveau du transport de personnes. La principale divergence entre les deux variantes est qu'elles concernent des déplacements pour des motifs différents, dont la répartition entre heures creuses et de pointe varie sensiblement. S'agissant des déplacements pour « autres motifs », analysés dans la variante technique B, 92,9 % des passagers-kilomètres seraient parcourus, en 2030, aux heures creuses dans le scénario de référence. Par contre, 73 % des passagers-kilomètres parcourus dans le cadre des déplacements domicile-travail, auxquels s'applique la variante C, le seraient aux heures de pointe dans le scénario de référence.

Dans le cadre de la *variante technique B*, le nombre de passagers-kilomètres pour « autres motifs » diminuerait à l'horizon 2030, de 6,3 % par rapport au scénario de référence. L'effet sur le nombre total de passagers-kilomètres devrait être plus ou moins équivalent à celui observé dans la variante technique A. La diminution des passagers-kilomètres interviendrait principalement aux heures creuses, période pendant laquelle les déplacements pour « autres motifs » ont principalement lieu. La baisse de la demande de transport déboucherait sur une accélération de la vitesse sur la route, surtout aux heures creuses mais aussi aux heures de pointe.

Pour tous les modes, l'impact sur le nombre de passagers-kilomètres est dominé par la baisse du nombre de passagers-kilomètres pour « autres motifs ». Pour les modes marche à pied/vélo et rail, la baisse est néanmoins renforcée par une diminution du nombre de déplacements domicile-école et domicile-travail par rapport au scénario de référence. En effet, le coût en temps de ces modes devrait rester constant, alors qu'il diminuerait pour les autres modes. Pour les BTM, la

baisse du nombre de passagers-kilomètres pour « autres motifs » est plus que compensée par la hausse du nombre de passagers-kilomètres parcourus pour les deux autres motifs, laquelle s'explique par une baisse du coût en temps qui représente une partie relativement importante du coût généralisé du transport par BTM.

Au niveau du transport de marchandises, la vitesse plus élevée sur la route, induite par variante technique B, entraînerait un glissement modal au profit du transport routier, l'impact de ce glissement serait plus marqué aux heures creuses qu'aux heures de pointe.

Au nouvel équilibre, la vitesse sur la route serait, aux heures de pointe et creuses, respectivement 1,7 % et 2,5 % plus élevée que dans le scénario de référence, entraînant une diminution du coût de congestion externe marginal (-3,7 % aux heures de pointe et -8,3 % aux heures creuses). La baisse de la demande de transport s'accompagnerait d'un dommage environnemental qui serait 2,5 % moindre que dans le scénario de référence.

La *variante technique C* a surtout un effet via la baisse du nombre de passagers-kilomètres durant les heures de pointe, plutôt que dans les heures creuses. Pour le reste, l'analyse des résultats est analogue à celle de la variante technique B.

Etant donné que le nombre de déplacements domicile-travail est, dans cette variante, plus sensible au facteur coûts, le nombre de passagers-kilomètres pour les déplacements domicile-travail en 2030 devrait être 8,2 % inférieur à celui évalué dans le scénario de référence. La diminution du nombre de passagers-kilomètres dans cette variante est particulièrement perceptible aux heures de pointe. Cette diminution a pour effet d'augmenter la vitesse sur la route, surtout aux heures de pointe.

La baisse du nombre de passagers-kilomètres est la plus forte pour les modes lents (marche/vélo) et le rail. En effet, les coûts en temps de ces modes de déplacement resteraient constants, tandis qu'ils diminueraient pour les autres modes. Pour les modes BTM et le covoiturage, la baisse du nombre de déplacements domicile-travail est plus que compensée par l'augmentation du nombre de passagers-kilomètres liés des deux autres motifs.

Dans la variante C également, la vitesse accrue sur le réseau routier devrait entraîner un glissement du transport de marchandises au profit du transport routier. Toutefois, dans la variante C, cet effet n'est positif que durant la période des heures de pointe.

Dans la variante technique C, la vitesse sur la route durant les heures de pointe et les heures creuses devrait être supérieure de respectivement 6,5 % et 0,7 % aux valeurs correspondantes dans le scénario de référence, ce qui entraînerait une diminution des coûts marginaux externes de congestion, et ce, surtout aux heures de pointe. La plus faible demande de transport s'accompagnerait également d'une diminution des dommages environnementaux par rapport au scénario de référence.

Bien que, dans cette variante technique C, le nombre total de passagers-kilomètres ne baisse que de 2 % par rapport au scénario de référence, c'est-à-dire moins que dans la variante B, l'hypothèse relative à l'élasticité du nombre de déplacements domicile-travail au coût généralisé du transport a des implications plus

importantes pour l'évolution des coûts marginaux externes de congestion que l'hypothèse relative à la sensibilité au facteur prix des trajets effectués pour d'« autres motifs » étudiée dans la variante B. Ceci s'explique par le fait que les déplacements domicile-travail sont surtout concentrés aux heures de pointe, période où les coûts externes de congestion sont les plus élevés.

C. Variante technique D : part plus élevée du transport maritime

La variante technique D, qui suppose une part plus élevée du transport maritime dans les entrées et les sorties que dans le scénario de référence, a surtout un impact sur le transport de marchandises. L'impact sur le transport de personnes est limité et ne s'exerce qu'indirectement via l'effet sur la vitesse sur la route.

En 2030, le nombre de tonnes-kilomètres des sorties et des entrées¹ devrait être respectivement 7,5 % et 6,2 % moins élevé que dans le scénario de référence. Par conséquent, le nombre total de tonnes-kilomètres diminuerait de 3,2 %. La demande plus faible de transport entraînerait une augmentation de la vitesse sur la route. Néanmoins, comme le transport routier international de marchandises ne représente qu'une petite partie du flux total de circulation sur la route, l'effet sur la vitesse moyenne est relativement peu important. A cet égard, il convient de préciser qu'il s'agit d'un effet moyen et que l'effet sur certaines routes peut être significatif si la part des flux internationaux de marchandises sur ces routes est importante. Le modèle PLANET ne fait toutefois pas de distinction entre différentes routes.

Compte tenu de la progression de la vitesse, le nombre de tonnes-kilomètres transportées par camions devrait diminuer moins vite que le nombre de tonnes-kilomètres transportées par rail ou navigation intérieure. Par conséquent, la part du transport par route devrait augmenter. L'effet sur les camionnettes est quasi-nul puisqu'elles ne jouent pas de rôle dans le transport international de marchandises. L'effet sur le coût marginal externe de congestion et les dommages environnementaux est limité en comparaison avec les trois autres variantes techniques.

1. Il s'agit ici des tonnes-kilomètres relatives au transport routier, par rail et navigation intérieure.



Conclusions

Un système de transport efficace est essentiel pour le développement économique de la Belgique. Néanmoins, il apparaît clairement aujourd'hui que le transport n'a pas uniquement des effets positifs - mais aussi des effets négatifs - sur le niveau de bien-être. En témoignent : les nombreux embouteillages et accidents de la route et la mauvaise qualité de l'air. La présente étude avait pour objet de dresser un profil de l'évolution des transports en Belgique à politique inchangée. Dans certains cas, l'évolution n'est pas aussi négative qu'escompté, mais dans d'autres, le tableau esquissé est peu favorable.

En Belgique, le transport de marchandises et de personnes devrait continuer à s'intensifier. Par conséquent, les conditions de circulation deviendront impossibles sans la mise en œuvre de mesures supplémentaires. Si la politique actuelle en matière d'émissions dans le secteur des transports porte ses fruits en ce qui concerne les émissions directes des polluants traditionnels (CO, PM, COVNM, NO_x en SO₂), l'augmentation persistante des coûts de congestion est, en revanche, pré-occupante. Une des limites de l'étude est qu'elle table sur une capacité constante de l'infrastructure routière. Cela signifie que les coûts de congestion calculés doivent plutôt être considérés comme une limite supérieure. L'effet d'extensions des capacités sera examiné ultérieurement en couplant le modèle existant à un modèle de réseau. Mais même si la capacité augmente, les problèmes de congestion resteront importants, d'autant plus qu'une capacité accrue attirera de nouveaux usagers qui étaient découragés par les problèmes de congestion.

C'est pourquoi de nouvelles mesures s'imposent. A cet égard, il conviendrait de veiller à un meilleur équilibre entre taxation et coûts externes via une nouvelle fixation des prix. Une telle mesure est également nécessaire afin d'éviter que l'on n'investisse de façon excessive dans des infrastructures supplémentaires alors que les flux de transport sont inefficaces. Une meilleure tarification peut donc être considérée comme une mesure complémentaire par rapport à des investissements dans la capacité de l'infrastructure de transport. Des nouvelles politiques de prix possibles ont déjà été étudiées par des économistes spécialisés dans les transports, et les mesures à envisager dans ce domaine font l'objet d'une attention croissante de la part des décideurs en Belgique et à l'étranger.

Sans surprise, un ralentissement de la croissance économique au cours de la période 2009-2030 entraînerait une moindre demande au niveau des transports, ce qui irait de pair avec une évolution moins négative des coûts externes. Toutefois, vu l'importance de ces coûts, la nécessité de mettre en place une politique de prix innovante resterait d'actualité.

Les émissions de gaz à effet de serre imputables au secteur des transports continueraient à croître dans le scénario de référence. L'ampleur de la réduction des émissions à réaliser par le secteur dépend notamment de la comparaison du coût d'une telle réduction dans le secteur des transports par rapport au coût dans les autres secteurs (secteur résidentiel, industrie, etc.).

Cette étude s'est limitée à décrire le scénario de référence. Plusieurs politiques possibles ont déjà été examinées dans le Working Paper 12-08 du Bureau fédéral du Plan (Mayeres, 2008). Le modèle PLANET sera utilisé à l'avenir afin d'examiner d'autres politiques. Par ailleurs, il est également prévu d'ajouter un certain nombre d'extensions au modèle. La première extension consiste en l'intégration d'un module permettant de modéliser l'impact d'une politique sur le parc de véhicules. Il est prévu en outre d'examiner les interactions entre les transports et l'économie et d'opter pour l'hypothèse d'un développement économique endogène plutôt qu'exogène. Enfin, le modèle sera couplé à un modèle de réseau et à un modèle environnemental, et ce, en collaboration avec les FUCaM et le VITO. Le couplage avec un modèle de réseau doit permettre d'étudier l'impact de modifications relatives à l'infrastructure, tandis que l'association avec le modèle environnemental permettra une analyse plus détaillée de l'impact des transports sur l'environnement.



Bibliographie

Bickel, P., R. Friedrich, A. Burgess et al. (2006), HEATCO Deliverable 5, Proposal for Harmonised Guidelines (heatco.ier.uni-stuttgart.de).

Bureau fédéral du Plan (2008), Perspectives économiques 2008-2013, mai 2008.

Bureau fédéral du Plan et Direction générale Statistique et Information économique (2008), Perspectives de population 2007-2060, BFP et DGSIE, Planning Paper 105, juin 2008.

CE (2008), European Energy and Transport, Trends to 2030-Update 2007, European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, April 2008.

Conseil Supérieur des Finances, Comité d'étude sur le Vieillissement (2008), Rapport Annuel, juin 2008.

Desmet, R., B. Hertveldt, I. Mayeres, P. Mistiaen and S. Sissoko (2008), The PLANET-model: Methodological Report, PLANET 1.0, Study financed by the framework convention 'Activities to support the federal policy on mobility and transport, 2004-2007' between the FPS Mobility and Transport and the Federal Planning Bureau, Working Paper 10-08, Federal Planning Bureau, Brussels.

Desmet, R., D. Gusbin, B. Hoornaert, M. Lambrecht, I. Mayeres et J.-M. Paul (FPB), M. Poulain, Th. Eggerickx, A. Bahri et J.-P. Sanderson (UCL), Ph. Toint, E. Cornélis et A. Malchair (FUNDP) (2007), Démographie, géographie et mobilité : perspectives à long terme et politiques pour un développement durable (MOBIDIC), projet financé par la Politique Scientifique (www.belspo.be/belspo/home/publ/rappCPtra_nl.stm).

Friedrich, R. and P. Bickel (eds.) (2001), Environmental External Costs of Transport, Springer.

Hubert, J.-P. et Ph. Toint (2002), La mobilité quotidienne des Belges, Presses Universitaires de Namur.

JEC (2007), Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Power Trains in the European Context, Well-to-Tank Report, Version 2c, by Joint Research Centre, EUCar and CONCAWE, March 2007.

Koopmans, C. en G. de Jong (2004), De waarde van tijd en betrouwbaarheid in het goederenvervoer, Gebruikersgids, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.

Logghe, S., B. Van Herbruggen and B. Van Zeebroeck (2006), Emissions of Road Traffic in Belgium, Report under the authority of FEBIAC and FPS Mobility and Transport, T.M.Leuven.

Mayeres, I. (2008), Perspectives à long terme du transport en Belgique : scénario de référence et deux scénarios alternatifs, Working Paper 12-08, Bureau fédéral du Plan, Bruxelles.

SPF Mobilité et Transports (2001), Recensement de la circulation 2000.

Watkins et al. (2005), The Social Cost of Carbon (SCC) Review – Methodological Approaches for Using SCC Estimates in Policy Assessment, Final report.



Annexe

A. Liste des abréviations

BTM	Bus, tram, métro
CH ₄	Méthane
CMEC	Coût marginal externe de congestion
CMEE	Coût marginal externe lié à l'environnement
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
GNC	Gaz naturel comprimé
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
km	Kilomètre
N ₂ O	Protoxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote
NST/R	Classification des marchandises pour le transport de marchandises (voir annexe B)
PIB	Produit intérieur brut
PM	Particules en suspension
SO ₂	Dioxyde de soufre

B. Glossaire

Elasticité	Une élasticité mesure la sensibilité d'une variable par rapport à une autre variable. L'élasticité de la variable x par rapport à la variable y est l'évolution en pour cent de x suite à la variation d'1 % de y.
Entrées	Transport sur le territoire belge, dont seul le lieu de destination se situe sur le territoire belge.
Facteur d'émission	Un facteur d'émission donne les émissions d'un polluant par véhicule-kilomètre, tonne-kilomètre ou passager-kilomètre.
Passager-kilomètre	Un kilomètre parcouru par un passager.
Sorties	Transport sur le territoire belge, dont seul le lieu de provenance se situe sur le territoire belge.
Tonne-kilomètre	Un kilomètre parcouru par une tonne de marchandises.
Transit sans transbordement	Transport, sur le territoire belge, de marchandises dont les lieux de provenance et de destination se situent en dehors du territoire belge. Une condition supplémentaire est l'absence de transbordement de marchandises.
Transport national	Transport sur le territoire belge, les lieux de provenance et de destination étant situés sur le territoire belge.
Véhicule-kilomètre	Un kilomètre parcouru par un véhicule.

C. Classification des marchandises (nomenclature NST/R)

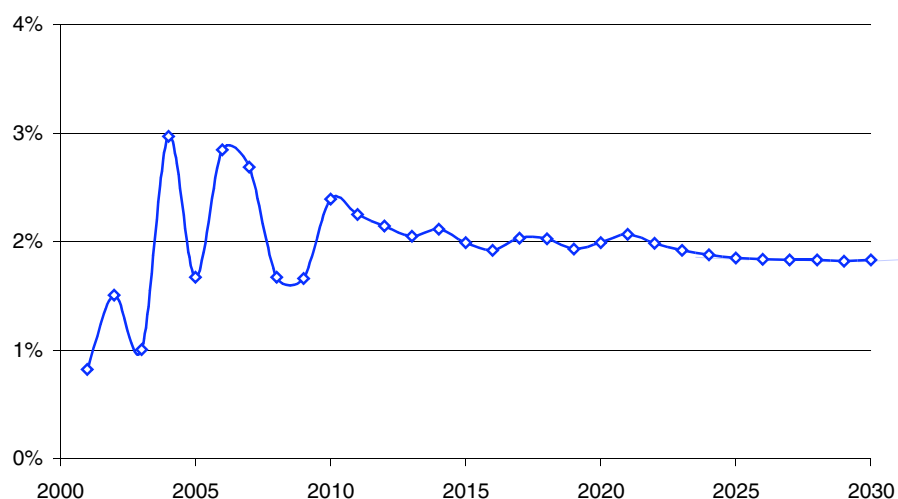
Catégories NST/R

0	Produits agricoles et animaux vivants
1	Autres denrées alimentaires et fourrages
2	Combustibles minéraux solides
3	Pétrole brut et produits pétroliers
4	Minerais, déchets métalliques, pyrites grillées
5	Fer, acier et métaux non ferreux (demi-produits inclus)
6	Minéraux bruts ou manufacturés, matériaux de construction
7	Engrais
8	Produits chimiques
9	Véhicules, machines et autres marchandises (dont marchandises diverses)

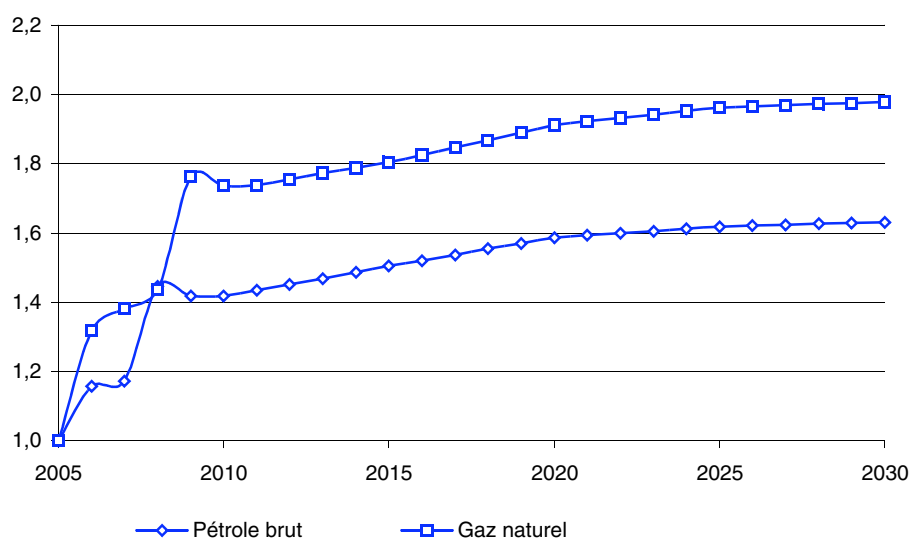
D. Perspectives macroéconomiques

Les tableaux et graphiques ci-dessous présentent les perspectives macroéconomiques pour un certain nombre de variables essentielles : le taux de croissance réel du PIB, les prix énergétiques réels, la valeur réelle de la production intérieure, les importations et exportations de marchandises. Des perspectives d'évolution sont également données pour les taux d'emploi et de scolarité.

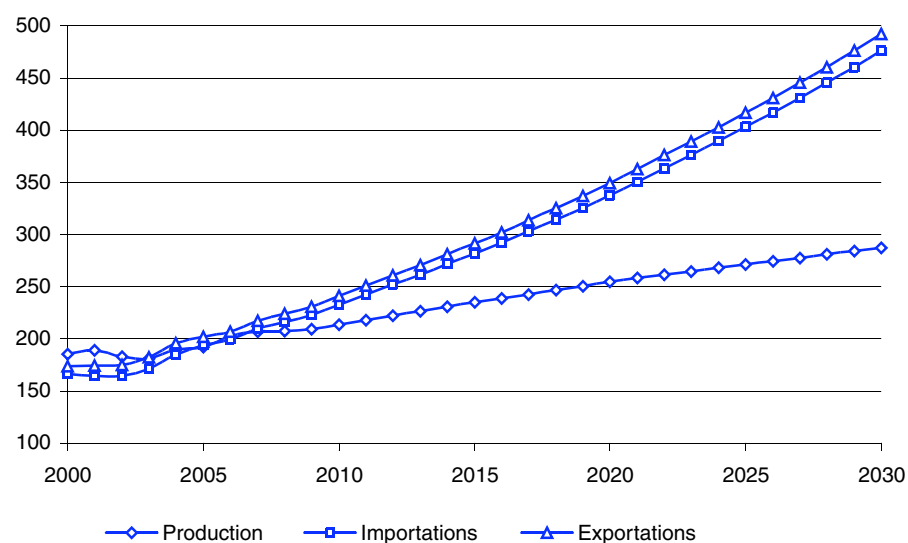
GRAPHIQUE 36 - Taux de croissance réel du PIB – scénario de référence



Source : BFP

GRAPHIQUE 37 - Prix énergétiques réels – Indice 2005 = 1 – scénario de référence

Source : BFP et CE (2008)

GRAPHIQUE 38 - Production, importations et exportations de marchandises – millions d'euros (en prix constants) – scénario de référence

Source : BFP

TABLEAU 41 - Taux d'emploi selon l'âge et le sexe – scénario de référence

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
18-59 (hommes)	74,9%	75,9%	76,4%	77,2%	77,8%	78,2%
18-59 (femmes)	62,2%	65,4%	67,6%	69,7%	71,3%	72,2%
>=60 (hommes)	11,3%	12,9%	13,6%	14,0%	13,6%	12,8%
>=60 (femmes)	3,7%	4,8%	5,6%	6,4%	6,7%	6,6%

Source : BFP

Note : Le taux d'emploi de la classe d'âge i est le rapport entre l'emploi dans la classe d'âge i et la population de la classe d'âge i.

TABLEAU 42 - Taux de scolarité des personnes âgées entre 18 et 59 ans, selon le sexe – scénario de référence

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Hommes	6,6%	7,4%	7,4%	7,3%	7,5%	7,9%
Femmes	7,4%	8,2%	8,1%	8,0%	8,2%	8,5%

Source : BFP

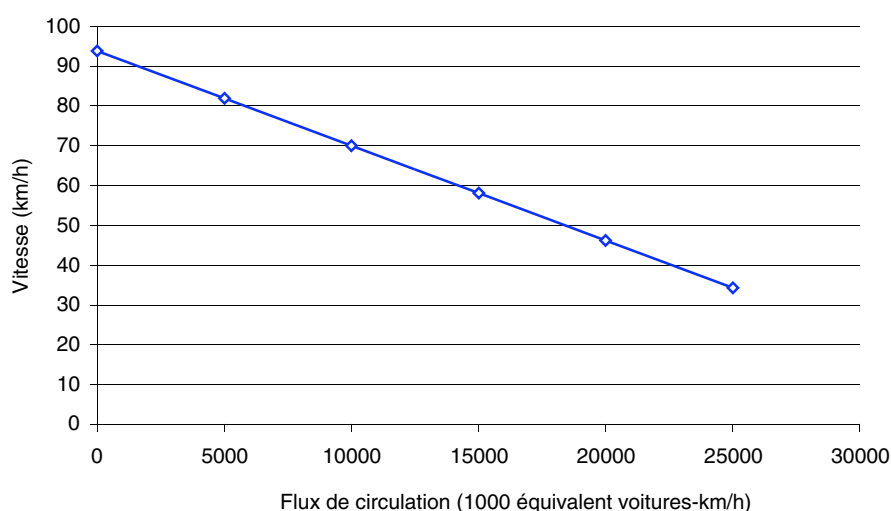
Note : Le taux de scolarité de la classe d'âge i est le résultat du rapport entre la population scolaire de la classe d'âge i et la population de la classe d'âge i.

E. Congestion dans PLANET : Principes de base

1. Fonction vitesse – flux de circulation

Le temps passé dans le véhicule (voiture, moto, bus/tram/méto, camion et camionnette) aux heures de pointe ou aux heures creuses dépend du flux de circulation horaire pendant ces périodes. Le flux de circulation est exprimé en équivalents voitures afin de tenir compte de la contribution de chaque mode de transport routier à la congestion du trafic. Un véhicule-kilomètre parcouru par une camionnette est supposé équivalent à 1,5 voitures-kilomètres pour ce qui est de l'impact sur la congestion. Pour les camions, le facteur d'équivalence est de 2, pour les bus/tram/méto, il est de 2,5 et pour les motos, il est de 0,75.

Le modèle utilise une fonction vitesse-flux de circulation pour déterminer la vitesse moyenne de la voiture aux heures creuses et de pointe. La vitesse des autres moyens de transport routier évolue au même rythme que la vitesse de la voiture. La version actuelle du modèle applique une seule fonction vitesse - flux de circulation pour la Belgique, ce qui implique que la vitesse routière évolue partout de la même manière. Pour simplifier l'analyse, nous utilisons une fonction linéaire calibrée sur 2000. Dans le scénario de référence, cette fonction ne change pas, ce qui en vient à supposer que la capacité des infrastructures routières reste inchangée¹.

GRAPHIQUE 39 - Fonction vitesse - flux de circulation pour le transport routier

Source : PLANET

1. Dans une version ultérieure, le modèle PLANET sera relié à un modèle de réseau de façon à intégrer les projets d'infrastructure dans l'analyse.

2. Procédure itérative

Le modèle détermine de manière itérative, pour chaque année, l'équilibre pour le choix modal et le choix de la plage horaire. A titre d'illustration, prenons l'exemple suivant. Supposons que le coût généralisé du transport routier aux heures de pointe augmente suite à l'introduction d'une tarification routière aux heures de pointe pour tous les modes de transport routier. Dans un premier temps, cette mesure entraîne une diminution du transport routier aux heures de pointe. D'aucuns optent pour d'autres modes et d'autres se déplacent en période creuse. Cela entraîne une augmentation de la vitesse aux heures de pointe et une baisse aux heures creuses de sorte que certaines personnes se déplacent à nouveau aux heures de pointe. Ce phénomène induit à nouveau une diminution de la vitesse pendant les heures de pointe et une augmentation de la vitesse pendant les heures creuses. Le processus itératif se poursuit jusqu'au moment où un nouvel équilibre est trouvé et où plus personne ne pense pouvoir améliorer sa situation en changeant son mode de déplacement ou le moment de son déplacement.

3. Coût marginal externe de congestion

Le modèle PLANET calcule un coût marginal externe de congestion pour chaque équilibre. Ce coût correspond au coût en temps supplémentaire qu'un usager supplémentaire des transports impose aux autres usagers des transports.

Le coût marginal externe de congestion est nul pour les modes non motorisés (marche à pied/vélo) et pour les modes non routiers étant donné que le modèle table, pour chaque année, sur une vitesse constante pour ces modes. On part également de l'hypothèse que ces modes n'influencent pas la vitesse des transports routiers.

La vitesse des voitures, motos, bus/tram/méto, camions et camionnettes dépend du flux de circulation. Cette relation est représentée par une fonction vitesse - flux de circulation. Par conséquent, tout usager supplémentaire de la route a un impact sur la vitesse des autres usagers de la route. Le coût marginal externe de congestion peut être calculé comme suit. Le coût en temps total (TTK) en période p (p = heures de pointe, heures creuses) du transport routier est donné par :

$$TTK_p = \sum_i vkm_{i,p} \cdot bez_{i,p} (IVT_{i,p} VOT_{IVT,i,p} + OT_{i,p} VOT_{OT,i,p})$$

Dans cette équation, i est l'indice des modes routiers (i = voiture en solo, covoiturage, bus/tram/méto, camionnette, camion). $vkm_{i,p}$ correspond au nombre de véhicules-kilomètres parcourus par le mode i en période p . $bez_{i,p}$ est le taux d'occupation moyen du mode i pour le transport de personnes ou le taux de chargement du mode i pour le transport de marchandises. Ce paramètre est utilisé pour convertir des véhicules-kilomètres en passagers-kilomètres ou tonnes-kilomètres. $IVT_{i,p}$ est le temps passé dans un véhicule de mode i en période p (en minutes par passager-kilomètre ou tonne-kilomètre). Le temps passé dans le véhicule est fonction du flux de circulation total par heure (exprimé en équivalents voitures-kilomètres) en période p . $VOT_{IVT,i,p}$ est la valeur du temps passé dans le véhicule du mode i en période p (en euros par minute par voyageur ou tonne). $OT_{i,p}$ englobe les autres composantes du temps de transport en mode i à la période

de p (en minutes par passager-kilomètre ou tonne-kilomètre). Ce terme est supposé rester constant. $VOT_{OT,i,p}$ est la valeur du temps des autres composantes du temps de transport.

Lorsqu'un véhicule supplémentaire de type i s'ajoute au flux de circulation en période p , les TTK en période p évoluent comme suit :

$$\frac{\partial TTK_p}{\partial vkm_{i,p}} = bez_{i,p} \cdot (IVT_{i,p} \cdot VOT_{IVT,i,p} + OT_{i,p} VOT_{OT,i,p}) + \sum_j vkm_{j,p} \cdot bez_{j,p} \left(\frac{\partial IVT_{j,p}}{\partial vkm_{i,p}} \cdot VOT_{IVT,j,p} \right)$$

Le premier terme de cette équation est le coût en temps pour le véhicule supplémentaire. Il s'agit donc d'un coût interne. Le deuxième terme est le coût en temps supplémentaire pour les autres usagers de la route, il correspond au coût marginal externe de congestion ($MECK_{i,p}$). Ce terme est corrélé positivement aux éléments suivants :

- l'impact d'un véhicule-kilomètre supplémentaire sur le temps passé dans le véhicule par les autres usagers de la route ($\partial IVT_{j,p} / \partial vkm_{i,p}$). Cet impact est plus important pour les bus/tram/métro, camionnettes et camions que pour les voitures. Puisque le modèle PLANET utilise une fonction linéaire vitesse-flux de circulation, ce terme a toujours la même valeur qui correspond au niveau initial du flux de circulation. Par conséquent, cette valeur est la même aux heures creuses et de pointe.
- Le nombre de véhicules-kilomètres parcourus par les différents modes pendant une même période, multiplié par le taux d'occupation ou de chargement et par la valeur du temps. Le flux de circulation horaire est plus élevé aux périodes de pointe qu'aux périodes creuses. Ces coûts sont également fonction de la composition du flux de circulation puisque les taux d'occupation/de chargement et la valeur du temps varient selon les différents usagers de la route.

$$MECK_{i,p} = \sum_j vkm_{j,p} \cdot bez_{j,p} \left(\frac{\partial IVT_{j,p}}{\partial vkm_{i,p}} \cdot VOT_{IVT,j,p} \right)$$

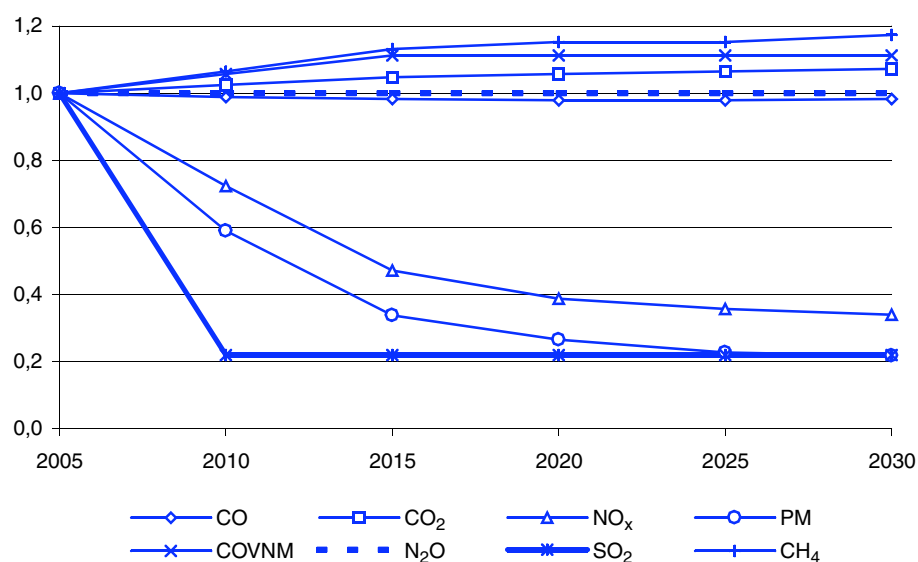
Les projections du modèle PLANET tiennent compte de l'évolution des taux de chargement et de la valeur du temps (en fonction de l'évolution du PIB par tête). Ces évolutions sont exogènes.

Le nombre futur de véhicules-kilomètres qui sera parcouru par les différents modes est déterminé de manière endogène par le modèle.

F. Facteurs d'émissions pour le transport de marchandises

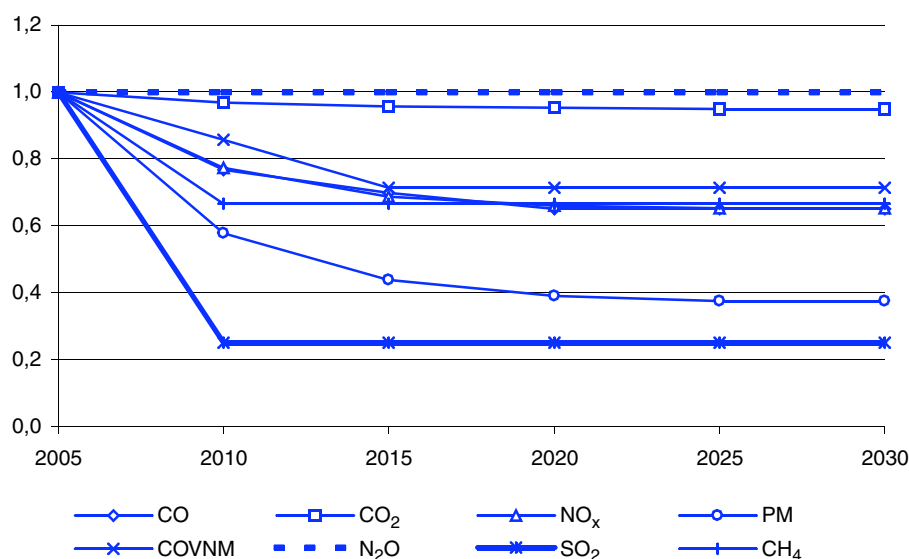
Les graphiques 40 à 43 montrent l'évolution des facteurs d'émissions directes pour le transport de marchandises dans le scénario de référence. Les données sont tirées d'études du VITO.

GRAPHIQUE 40 - Facteurs d'émissions directes par véhicule-kilomètre pour un camion standard – indice 2005 = 1 – scénario de référence



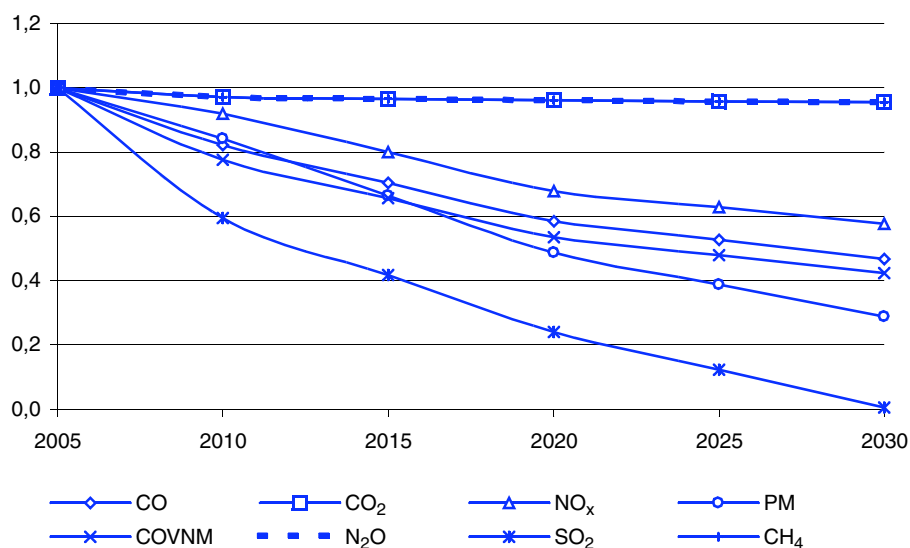
Source : VITO

GRAPHIQUE 41 - Facteurs d'émissions directes par véhicule-kilomètre pour une camionnette standard – indice 2005 = 1 – scénario de référence



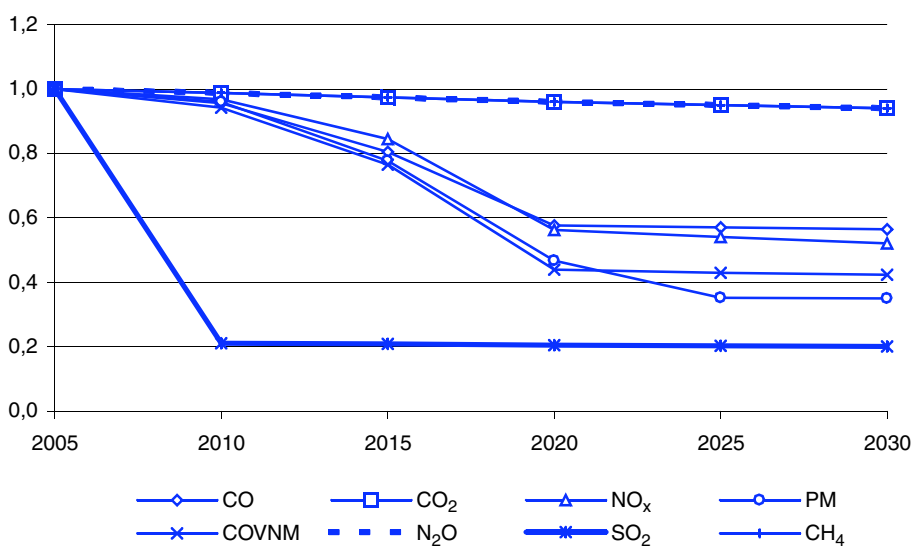
Source : VITO

GRAPHIQUE 42 - Facteurs d'émissions directes par tonne-kilomètre pour la navigation intérieure – indice 2005 = 1 – scénario de référence



Source : VITO

GRAPHIQUE 43 - Facteurs d'émissions directes par tonne-kilomètre pour le transport de marchandises par rail – indice 2005 = 1 – scénario de référence



Source : VITO