

Note de mise à jour de

**LA DEMANDE DE TRANSPORT EN 2025**

**PROJECTIONS  
DES TENDANCES ET DES INFLEXIONS**

**Mai 2007**

### ***Avertissement***

Le présent document présente une actualisation du rapport sur « La demande de transport en 2025 - Projection des tendances et des inflexions », publié en décembre 2004, qui a été rendu obsolète par l'évolution du prix du pétrole.

Ces projections seront revues une fois connues les conclusions du plan d'action publique national « transport, urbanisme, effet de serre » de réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui devra proposer des objectifs à l'horizon 2020-2025, suite aux conclusions du débat public sur les transports dans la vallée du Rhône et l'arc languedocien.

## **Introduction**

*L'évaluation des grands projets d'infrastructures, en application de l'instruction cadre du 25 mars 2004, et plus généralement la communication du Ministère dans le cadre des débats publics se réfèrent aujourd'hui à des projections globales et multimodales de la demande de transport à l'horizon 2025. Établies par le Service Économie, Statistiques et Prospective (SESP) en concertation avec les directions transport et les autres ministères concernés, ces projections (et notamment le scénario central de référence) ont été validées par le Comité des directeurs transport et rendues publiques par le Ministre en décembre 2004.*

*Les directions transport du ministère ont demandé que soit effectuée une mise à jour de ces projections pour tenir compte de l'évolution récente du prix du pétrole ainsi que d'incertitudes sur d'autres grandeurs explicatives de la demande de transport, telles que le prix du transport routier de marchandises ou le parc de véhicules, dont certaines n'avaient pas fait l'objet d'études de sensibilité dans l'étude publiée en 2004.*

*Cette mise à jour a été effectuée selon une approche probabiliste proposée par le SESP : le prix de l'énergie, comme les autres paramètres « incertains », sont considérés comme des variables aléatoires évoluant en règle générale dans une fourchette.*

*De plus, une nouvelle approche de l'évolution du transport fluvial de marchandises a été établie, prenant en compte des fortes croissances observées dans ce secteur au cours des dernières années. A l'exception du transport ferroviaire et du transport fluvial de marchandises et dans une moindre mesure du transport aérien de voyageurs, on observe que les taux de croissance du secteur des transports figurant dans l'étude publiée en 2004 des projections 2025 ne sont pas substantiellement modifiés et l'on pourra donc légitimement continuer à se référer à la démarche et aux commentaires contenus dans cette étude.*

*Les nouvelles valeurs présentées dans cette note (croissance moyenne et fourchette de probabilité) seront désormais utilisées comme référence pour établir les projections des trafics territoriales réalisées par les services du ministère ou par les gestionnaires d'infrastructures nationales, en vue d'analyser le devenir des territoires, et d'évaluer les politiques et les projets d'infrastructure de transport.*

*Les valeurs présentées dans ce document sont des projections économétriques et en aucun cas des objectifs du Ministère. D'ailleurs, le gouvernement conduit actuellement plusieurs réflexions autour des autoroutes ferroviaires et des autoroutes maritimes, ainsi que sur l'élaboration d'un plan d'action publique national « transport, urbanisme, effet de serre » de réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui devra proposer des objectifs à l'horizon 2020-2025, suite aux conclusions du débat public sur les transports dans la vallée du Rhône et l'arc languedocien. Les conclusions de ces différents travaux seront intégrées à ces projections le moment venu.*



### **De nouveaux facteurs d'incertitude**

Plusieurs facteurs influençant de façon notable le niveau des transports de voyageurs et de marchandises ont évolué depuis la publication, en décembre 2004, des projections 2025 du SESP, et certaines tendances récentes sont venues confirmer des évolutions plus anciennes mais sur lesquelles subsistaient des doutes lors de l'établissement de ces projections. Il s'agit principalement :

- du prix du pétrole qui après avoir atteint ou dépassé 60 \$ par baril pendant plusieurs mois rend légitime l'exploration des conséquences pour les transports d'un baril de pétrole atteignant ou dépassant ce niveau ou se stabilisant à 35 ou 50 \$ ;
- du prix du transport routier de marchandises qui avait été supposé croissant, hors effet du prix du pétrole, alors que l'observation du marché montre que les facteurs pouvant jouer à la baisse ne sont pas négligeables (amélioration de la productivité du capital, modération de la masse salariale...) ;
- du parc automobile qui semble durablement plus élevé que les modélisations théoriques ;
- du prix du transport ferroviaire de marchandises, en raison des évolutions récentes et à venir dans ce secteur (plan de retour à l'équilibre de l'activité fret de la SNCF, ouverture à la concurrence du secteur, ...) ;
- du renouveau du transport fluvial.

### **... conduisant à privilégier une approche probabiliste**

S'ajoutent à ces évolutions récentes les nombreux tests de sensibilité réalisés sur d'autres variables telles que le volume d'infrastructures nouvelles, le niveau de la TIPP, l'évolution du prix des transports collectifs, ... montrant que des projections centrales non encadrées par des fourchettes d'incertitude n'apportent pas un éclairage suffisant dès que certaines variables clés s'écartent de la valeur nominale retenue en scénario central.

Pour pallier ces incertitudes, on est conduit à privilégier une approche probabiliste rendant compte de la nature incertaine et seulement très partiellement prédictible des événements qui se produiront dans les vingt ans à venir.

### **Des résultats globaux peu modifiés**

Le présent document complète ainsi les projections 2025 en établissant des fourchettes d'incertitude qui recouvrent les évolutions les plus probables (valeurs moyennes) pour les demandes globales de transport, voyageurs et marchandises, selon les modes de transport.

A l'exception du transport ferroviaire et du transport fluvial de marchandises et dans une moindre mesure du transport aérien de voyageurs, les résultats de cette analyse ne modifient pas substantiellement les projections publiées par le SESP en décembre 2004. Ces résultats ont été déterminés dans l'hypothèse centrale de croissance du PIB de 1,9 % par an sur la période 2002 – 2025.

Les tableaux 1 et 2 de la page suivante synthétisent les principaux résultats.

Tableau 1 – Taux de croissance 2002 – 2025 du transport intérieur interurbain de voyageurs  
(hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gvoy.km par an*

Voyageurs interurbains Transport intérieur	Rappel du scénario central de déc. 2004	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
		Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Réseau routier national <sup>(2)</sup>	1,8	[ 1,5 ; 2,1 ]	1,8
Fer (réseau national hors IdF)	1,8	[ 1,7 ; 2,3 ]	2,0
Aérien (intérieur)	1,7	[ 0,4 ; 1,6 ]	1,0
Voyageurs tous modes	1,8	[ 1,6 ; 2,0 ]	1,8

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Réseau routier national dans sa configuration de 2002 complété par les nouvelles infrastructures.

Tableau 2 – Taux de croissance 2002 – 2025 du transport intérieur de marchandises  
(hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gt.km par an*

Marchandises Transport intérieur	Rappel du scénario central de déc. 2004	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
		Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Transport routier	1,5	[ 1,3 ; 1,7 ]	1,5
Transport ferroviaire	1,2	[ -0,2 ; 1,5 ] <sup>(2)</sup>	0,7 <sup>(2)</sup>
Marchandises tous modes	1,5	[ 1,3 ; 1,5 ]	1,4

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Compte tenu d'un trafic réalisé de 41 Gt.km en 2005, ces valeurs correspondent à une croissance annuelle moyenne sur la période 2005-2025 de 1,9 %/an avec une fourchette de [ 0,8 %/an ; 2,8 %/an].

La sensibilité des résultats aux hypothèses sur la croissance économique est détaillée dans l'annexe 2. Par ailleurs, l'annexe 4 analyse la sensibilité des prévisions de trafics et d'émissions de GES en 2025 à une variation de 1 % des principales variables explicatives

### *Le transport fluvial*

De nouvelles projections à l'horizon 2025 ont été réalisées pour deux scénarios de croissances sectorielles compatibles avec une croissance du PIB de 1,9 % par an. L'actualisation des projections conduit à un trafic moyen en 2025 de 10,0 milliards de tonne-km hors projet Seine-Nord Europe, ainsi qu'une probabilité de 90 % de se situer entre 8,8 et 11,3 milliards de tonne-km, par rapport à un volume de transport en 2002 de 6,9 Gt.km. La réalisation du projet Seine-Nord Europe apporterait un trafic supplémentaire en 2025 de 4,3 milliards de tonne-km. portant le trafic moyen à 14,3 milliards de tonne-km à cet horizon.

## Plan de la note

- 1 - Les déterminants communs aux transports de voyageurs et de marchandises
- 2 - Les transports interurbains de voyageurs
- 3 - Le transport de marchandises
- 4 - Les impacts environnementaux
- 5 - Annexes
  - Annexe 1 : hypothèses retenues concernant le prix de l'énergie
  - Annexe 2 : sensibilité des résultats à la croissance économique
  - Annexe 3 : corrélations des projections des trafics des différents modes de transport
  - Annexe 4 : sensibilité des prévisions de trafics et d'émissions de GES en 2025 à une variation de 1 % des principales variables explicatives.

### 1. Les déterminants communs aux transports de voyageurs et de marchandises

Les facteurs explicatifs communs aux transports de voyageurs et de marchandises retenus pour les projections des transports à l'horizon 2025 sont : la croissance de l'économie et de la dépense de consommation finales des ménages, le prix de l'énergie, la fiscalité sur les carburants, le taux de change euro-dollar et les nouvelles infrastructures de transport.

#### 1.1. La croissance économique

Les facteurs prépondérants pour la détermination de la croissance potentielle de l'économie française sont la croissance démographique, le taux d'activité, le niveau de chômage, la productivité des facteurs de production qui dépend du niveau de dématérialisation de l'économie, de l'orientation sectorielle des productions et en particulier de la capacité à investir les produits de haute technologie.

Les facteurs relevant de la sphère des transports ne sont pas pris en compte dans la détermination de cette croissance potentielle de même que de nombreux autres facteurs dont les effets ne jouent pas tous dans le même sens comme l'organisation sociale, le droit du travail, ... En particulier, l'impact sur le taux moyen de croissance de l'économie d'une hausse même forte du prix de l'énergie ressort comme marginal sur longue période et inférieur à la précision des modèles.

Comme dans les projections de décembre 2004, l'étude probabiliste est réalisée pour une croissance moyenne du PIB et des dépenses de consommation finale des ménages de 1,9 % par an entre 2002 et 2025. Il s'agit d'une valeur moyenne tenant compte du ralentissement de la croissance économique sur la période. La sensibilité de la croissance des transports à la croissance économique est évaluée en annexe pour des croissances du PIB de 1,5 % et 2,3 %, par an ; par ailleurs, une approche complémentaire considérant la croissance économique comme une variable aléatoire qui évolue entre 1,7 % et 2,1 % par an, est également présentée.

#### 1.2. Le prix de l'énergie

Les éléments ci-dessous reprennent les principales hypothèses relatives au prix de l'énergie ; celles-ci sont développées de manière plus détaillée en annexe.

Le prix de l'énergie évoqué ici recouvre uniquement le champ des carburants liquides ; il résulte à l'horizon 2025 de la combinaison des facteurs suivants :

- le prix du pétrole brut, lui-même partiellement déterminé par le développement potentiel des carburants alternatifs : biocarburants, CTL (Coal To Liquid), GTL (Gas To Liquid), BTL (Biomass To Liquid), ... ;
- l'instauration éventuelle d'une taxe carbone ou d'un mécanisme équivalent (marché de permis négociables, ...).
- Ainsi, il est préférable de ne pas retenir le prix du pétrole comme seule variable pertinente mais de raisonner davantage en terme de "prix du carburant liquide" en dollar par baril, incluant les deux composantes précédentes. L'éventualité d'un prix inférieur à 35 \$ est écartée. La moyenne retenue est de 65 \$ avec une probabilité de 95 % que le prix soit inférieur à 100 \$ et donc de 5 % qu'il soit

supérieur à cette valeur. L'existence d'énergies alternatives au pétrole rend peu probable l'éventualité de prix du carburant liquide durablement supérieur à 100 \$ à un horizon de 20 ans, même si des fluctuations de court terme peuvent l'amener à franchir ce seuil :

- la production de pétrole à partir de schistes bitumineux ou de charbon devient compétitive à partir d'un niveau du prix du baril de l'ordre de 40 \$ ;
- les biocarburants classiques deviennent compétitifs par rapport au pétrole pour des prix variant de 35 à 100 \$/bl, en fonction du lieu et de la méthode de production.

L'horizon 2025 est considéré comme suffisamment rapproché pour associer une probabilité limitée à des ruptures davantage marquées dans les hypothèses de prix de l'énergie.

### 1.3. *Les autres déterminants*

Les hypothèses relatives à la fiscalité des carburants et à la réalisation des infrastructures n'ont pas été modifiées par rapport à la publication de décembre 2004 :

- la fiscalité sur l'essence est supposée stabilisée à son niveau de 2002 en euros constants; la fiscalité sur le gazole varie entre son niveau actuel et celui de la fiscalité sur l'essence.
- le taux de réalisation des infrastructures nouvelles inscrites au CIADT du 18 décembre 2003 (et confirmées lors du CIACT du 14 octobre 2005), exprimées en kilomètres d'autoroutes et de LGV, est compris entre 75 % et 100 %.
- la valeur moyenne du taux de change euro-dollar est prise égale à 1,0 mais, en revanche, une plage de variation nouvelle est conventionnellement retenue entre 0,7 \$ et 1,3 \$ pour 1 €.



### Eléments de méthodologie

L'évaluation de la demande comporte au plan méthodologique trois étapes :

- la détermination des tendances et inflexions à partir de modèles économétriques et de projections macro-économiques sectorielles en particulier pour les économies française, espagnole et italienne,
  - l'évaluation des conséquences de ruptures passées ou envisageables à partir d'analyses spécifiques: par exemple conséquences des attentats du 11 septembre 2001, renouveau du transport fluvial, offres de transport radicalement nouvelles,
  - l'évaluation des effets des variables non incluses dans les modèles économétriques par des modèles de transport géographiques comportant des modules de génération, d'attraction et de distribution des trafics ainsi que des modules de choix modal et d'affectation des trafics sur les réseaux de transport.
- L'évaluation est complétée par une concertation avec les acteurs institutionnels du transport et les administrations qui permet d'introduire dans les projections les éléments d'expertise fournis par ces acteurs.

Les projections de la demande ne se réduisent donc pas à l'application mécanique d'élasticités des transports à différents facteurs explicatifs. Ce propos est illustré ci-après dans le cas du transport de marchandises tous modes.

La croissance économique et celle des transports intérieurs ont crû à des rythmes voisins entre 1980 et 2002, conduisant à une élasticité apparente proche de 1. Cette élasticité serait plus élevée si l'on considérait les dix dernières années pendant lesquelles le contenu en transport de la croissance a été plus fort. L'élasticité moyenne apparente des projections est de 0,8 puisque la croissance moyenne du PIB retenue de 2002 à 2025 est de 1,9 %/an et celle des transports de 1,5 %/an.

Les projections ne sont cependant pas établies en se fixant *ex ante* une telle élasticité globale, mais en considérant en détail les trois principaux marchés du transport de marchandises en France :

- le transport domestique qui dépend autant de l'évolution de la structure de l'économie française que de celle du PIB comme le montre le rappel historique qui précède,
- le transport d'échange qui dépend de l'ouverture au monde de l'économie française et de son évolution structurelle, le contenu en transport des échanges variant considérablement d'une branche à l'autre
- le transport en transit à travers la France qui dépend principalement du dynamisme des économies espagnoles et portugaises, qui expliquent à elles seules 83 % du transit, et des politiques de transport des pays alpins – France, Italie, Suisse, Autriche – qui ont une incidence forte sur le choix des itinéraires et du mode de transport entre l'Italie et l'Europe. Par exemple, l'ouverture de la Suisse aux poids lourds de plus de 28 t le 1<sup>er</sup> janvier 2001 s'est traduite par une quasi disparition du trafic routier entre l'Italie et l'Allemagne transitant par la France.

La méthodologie générale qui vient d'être exposée permet de déterminer le niveau de transport pour les différents modes lorsque les variables explicatives sont précisées.

Cette méthode est complétée par une approche probabiliste qui permet d'étudier un large éventail de possibilités tout en relativisant la portée des combinaisons d'hypothèses extrêmes, qui n'ont dans les faits que peu de probabilité de se produire simultanément.

Les résultats présentés sont issus de simulations de Monte-Carlo, reposant sur un grand nombre de tirages aléatoires indépendants sur les variables explicatives.

Les déterminants de la demande de transport sont représentés sous la forme de variables aléatoires suivant une loi uniforme entre deux valeurs extrêmes à l'exception du prix de l'énergie : celui-ci est distribué selon une loi normale de moyenne 65 \$/bl, excluant les valeurs inférieures à 35 \$/bl et pour laquelle la probabilité de se situer au-delà de 100 \$/bl est de 5 %.

Les projections de trafics sont présentées sous la forme d'une valeur moyenne accompagnée d'une fourchette qui correspond à un intervalle de confiance à 90 %.

Par ailleurs, ces fourchettes n'ont de sens que pour un mode donné : la combinaison des bornes des intervalles de différents modes n'est pas pertinente au vu de la méthodologie employée.

## 2. Les transports interurbains de voyageurs

### 2.1. Les facteurs explicatifs des transports et leurs plages de variation

Les facteurs retenus dans l'analyse probabiliste sont : le prix de l'énergie, le taux de change euro-dollar, la fiscalité sur les carburants, les investissements en infrastructures de transport, les prix des transports ferroviaire et aérien, les consommations unitaires des véhicules particuliers et le parc automobile.

Le tableau suivant résume les plages de variation retenues pour ces facteurs :

Tableau 3 - Récapitulatif des tests pris en compte dans le cas du transport de voyageurs

Tests de sensibilité	Variables explicatives	Amplitude des tests de sensibilité <sup>(1)</sup>	Valeur moyenne
Prix de l'énergie <sup>(2)</sup>	Prix de l'énergie (\$/bl)	[35 ; >100] <sup>(3)</sup>	65
Taux de change €/€	Taux de change (€/€)	[0,7 ; 1,3]	1,0
Fiscalité des carburants	Rattrapage TIPP gazole (%)	[0% ; 100%]	50%
Réalisation des infrastructures routières	Réalisation du réseau routier du CIADT (%)	[75% ; 100%]	87,5%
Réalisation des infrastructures ferroviaires	Réalisation du réseau LGV du CIADT (%)	[75% ; 100%]	87,5%
Prix du transport ferroviaire de voyageurs	Variations du produit moyen ferroviaire entre 2002 et 2025 (%)	[-9% ; 9%]	0%
Consommations unitaires des VP hors effet "biocarburants" <sup>(4)</sup>	Emissions des VP neufs en 2025 (gCO <sub>2</sub> /véh.km)	[90 ; 130] <sup>(5)</sup>	110
Parc VP <sup>(4)</sup>	TCAM Parc VP hors effets carburants (%/an)	[0,76% ; 0,96%]	0,86%
Prix aérien hors énergie	Variations du prix aérien entre 2002 et 2025 (%)	[0% ; 23%]	11%

(1) Les variables explicatives, à l'exception du prix de l'énergie et des consommations unitaires des véhicules particuliers, ont 100 % de probabilité de se situer dans cette fourchette.

(2) L'ensemble des hypothèses relatives au prix de l'énergie est développé en annexe.

(3) La probabilité de se situer entre 35 \$ et 100 \$ est de 95 % ; celle de se situer au-delà de 100 \$ est de 5 %.

(4) Une corrélation avec le prix de l'énergie a été introduite pour cette variable.

(5) La probabilité de se trouver en dehors de cette fourchette est de 10 %.

La consommation moyenne du parc automobile roulant dépend des caractéristiques des véhicules neufs, de leur durée de vie et de l'intensité de leur utilisation, qui décroît avec l'âge.

Les variations des consommations unitaires des véhicules particuliers neufs sont déduites de celles des émissions de CO<sub>2</sub>, qui se situent en 2025 entre 140 gCO<sub>2</sub>/véh.km et 100 gCO<sub>2</sub>/véh.km<sup>1</sup> (hors énergie). L'évolution de l'efficacité énergétique des véhicules est appréhendée par les émissions conventionnelles de CO<sub>2</sub>, mesurées sur la base de l'utilisation de carburants d'origine fossile. Les émissions de gaz à effet de serre finalement comptabilisées et présentées dans la section 4 peuvent être significativement différentes en lien avec le taux d'incorporation de biocarburants.

Cette évolution est encadrée par les deux variantes suivantes :

- variante 1 :
  - 140 gCO<sub>2</sub>/véh.km sur la moyenne des véhicules neufs en 2008 ;
  - 120 gCO<sub>2</sub>/véh.km sur la moyenne des véhicules neufs en 2015 ;
  - la poursuite de la baisse des consommations unitaires des véhicules neufs jusqu'à l'horizon 2025 sur le même rythme que celui prévu sur la période 2002-2015 (le niveau atteint en 2025 sera de l'ordre de 100 gCO<sub>2</sub>/véh.km).
- variante 2 :
  - la stabilisation des émissions des véhicules neufs entre 2002 et 2008 à 156 gCO<sub>2</sub>/véh.km ;
  - la décroissance à partir de 2008 pour atteindre une valeur de 140 gCO<sub>2</sub>/véh.km en 2025.

<sup>1</sup> Il s'agit d'émissions conventionnelles calculées sur le cycle MVEG ; ces valeurs sont ensuite majorées pour tenir compte des conditions réelles de circulation et des équipements auxiliaires (climatisation, ...).

Enfin, une réaction supplémentaire des consommations unitaires au prix de l'énergie a été retenue dans la modélisation. Celle-ci traduit les efforts additionnels des constructeurs ainsi que l'adaptation des comportements d'achats des usagers (glissement en gamme du parc,...).

Les aléas sur le volume du parc VP en 2025 ont été estimés à 5 % en prenant comme fourchette basse les chiffres des projections de l'INRETS réalisées en 1996, et comme fourchette haute une actualisation de ces projections à partir des évolutions récentes.

L'évolution des prix dans le transport ferroviaire voyageurs est comprise entre une baisse et une augmentation de 9 %. Les impacts d'une ouverture prévisible du transport international de voyageurs à la concurrence peuvent être contradictoires et ne permettent pas d'orienter plus précisément cette plage de variation.

L'évolution des prix dans le secteur aérien, hors énergie, est comprise entre une stabilité et une augmentation de 23 %. Ces variations sont cohérentes avec les hypothèses retenues dans le cas de la réflexion prospective du Conseil Général des Ponts et Chaussées à l'horizon 2050.

## 2.2. Les résultats

Les nouvelles simulations favorisent en moyenne le fer par rapport aux résultats des projections publiées en 2004, dans lesquelles les croissances des différents modes tendaient à converger.

Tableau 4 – Taux de croissance 2002 – 2025 du transport intérieur interurbain de voyageurs (hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gvoy.km par an*

Voyageurs interurbains Transport intérieur	Rappel du scénario central de déc. 2004	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
		Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Réseau routier national <sup>(2)</sup>	1,8	[ 1,5 ; 2,1 ]	1,8
Fer (réseau national hors IdF)	1,8	[ 1,7 ; 2,3 ]	2,0
Aérien (intérieur)	1,7	[ 0,4 ; 1,6 ]	1,0
Voyageurs tous modes	1,8	[ 1,6 ; 2,0 ]	1,8

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Réseau routier national dans sa configuration de 2002 complété par les nouvelles infrastructures.

Tableau 5 – Transport intérieur de voyageurs en 2025 (hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En Gvoy.km*

Voyageurs interurbains Transport intérieur	Rappel 2002	Milliards de voyageurs.km en 2025	
		Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Réseau routier national <sup>(2)</sup>	302	[ 422 ; 487 ]	454
Fer (réseau national hors IdF)	63	[ 93 ; 108 ]	100
Aérien (intérieur)	13,7	[ 15,0 ; 19,9 ]	17,2
Voyageurs tous modes	379	[ 542 ; 604 ]	572

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Réseau routier national dans sa configuration de 2002 complété par les nouvelles infrastructures.

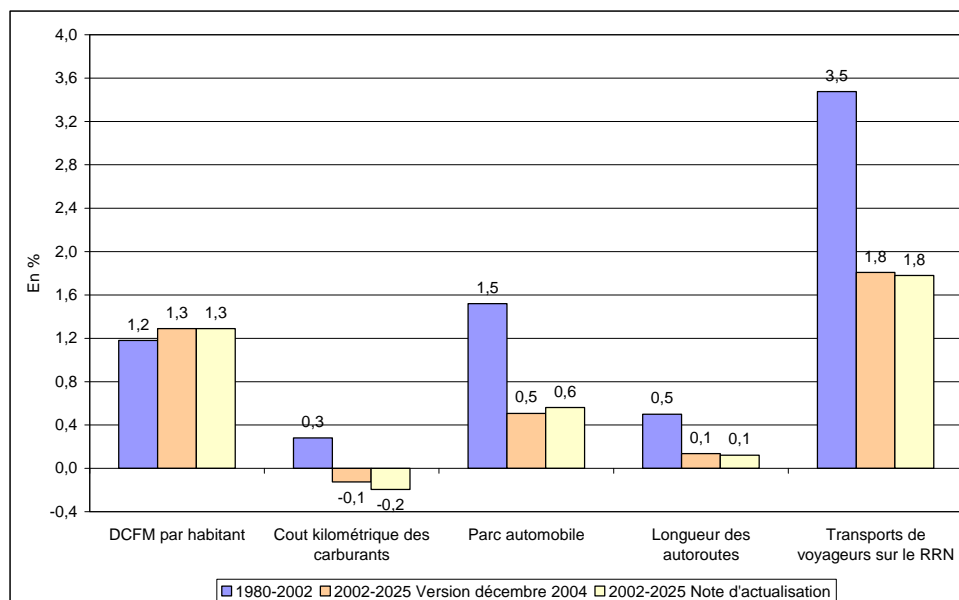
Les valeurs des fourchettes hautes et basses ne sont pas additives car l'intervalle de confiance du total des différents modes n'est pas directement déductible des intervalles de confiance de chacun. Ainsi un niveau de trafic routier proche du haut de la fourchette serait probablement associé à un niveau de trafic ferroviaire dans la partie basse de sa propre fourchette de variation.

Dans le cas du transport routier, les combinaisons d'hypothèses retenues conduisent à diminuer ou augmenter la croissance publiée en décembre 2004. L'approche probabiliste, en combinant les hypothèses de hausse du prix de l'énergie avec d'autres phénomènes allant dans des sens opposés, tels que la baisse des consommations unitaires et la croissance supérieure du parc, conduit à une valeur moyenne proche du résultat initial. Le transport aérien, quant à lui, ne bénéficie pas de tels effets modérateurs. Les reports modaux sur le transport ferroviaire qui en résultent tirent la croissance de ce mode vers le haut.

Une comparaison des contributions de chaque variable explicative à la croissance du transport routier entre le document de décembre 2004 et la note d'actualisation figure dans le graphique 1.

Dans le cas du transport interurbain de voyageurs, les nouvelles hypothèses retenues concernant le prix de l'énergie conduisent à une augmentation moyenne du prix des carburants de 1,5 %/an contre 0,4 %/an dans la version de décembre 2004 ; cette modification a cependant un impact modéré sur la croissance du trafic routier, compte tenu de l'adaptation du parc automobile à un prix élevé de l'énergie se traduisant en une baisse additionnelle des consommations unitaires.

Graphique 1 – Contribution des différents facteurs à la croissance du transport interurbain de voyageurs



Le transport ferroviaire a crû en moyenne de 1,14 % par an de 1985 à 2005 et de 2,71 % de 1994 à 2005. Cette croissance importante sur la dernière décennie est principalement due aux infrastructures nouvelles. La LGV Nord a été ouverte en 1993 mais les trois tranches n'ont été en service une année pleine qu'en 1996. L'interconnexion des TGV en Île-de-France a également été mise en service en 1996. Les LGV Rhône Alpes et Méditerranée ont atteint leur régime de croisière en 2000 et 2003. Enfin, le TGV Atlantique, bien que mis en service en 1990, n'a atteint son régime de croisière qu'en 2000 et a connu une forte croissance de ses trafics entre 1996 et 2000 due à une modification de la politique tarifaire. Hors effet d'offre, la croissance des trafics aurait été en moyenne de 0,5 % par an. La tragédie du 11 septembre 2001 qui a affecté durement le transport aérien, le retrait de compagnies aériennes Low cost ces dernières années, la généralisation du yield management ferroviaire et l'augmentation du prix du pétrole sont venus renforcer l'effet des infrastructures et services nouveaux sans qu'il soit possible d'isoler l'incidence de tous ces facteurs sur les trafics. Enfin, le passage aux 35 heures a accentué la tendance au raccourcissement des durées des séjours touristiques et à l'augmentation de leur fréquence qui est génératrice de transports supplémentaires. Malgré le programme ambitieux de développement des lignes LGV, les facteurs de croissance du ferroviaire devraient être moins intenses dans les 20 années à venir, en moyenne annuelle, et conduire à une croissance des trafics d'environ 2 %/an.

Les tests de sensibilité réalisés pour les différents modes de transport dans le rapport de décembre 2004 auquel on peut toujours se reporter concernent la croissance économique, le niveau de TIPP, l'offre d'infrastructures et l'évolution des prix des différents modes de transport.

### 3. Le transport de marchandises

#### 3.1. Les facteurs explicatifs du transport de marchandises et leurs plages de variation

Les facteurs retenus dans l'analyse probabiliste sont : le prix de l'énergie, le taux de change entre l'euro et le dollar, la fiscalité sur les carburants, les investissements en infrastructures de transport, les prix du transport de marchandises hors carburants. Compte tenu de la nature des incertitudes, les effets des autoroutes ferroviaires et du projet Seine-Nord Europe n'ont pas été intégrés dans ces projections mais évalués séparément :

- les autoroutes ferroviaires ont déjà fait l'objet d'une étude de sensibilité dans la publication de décembre 2004. Celle-ci comporte un test de sensibilité à la mise en place à l'horizon 2025 de deux autoroutes ferroviaires dans les corridors rhodanien et languedocien qui détourneraient approximativement 3 000 PL par jour de la route, ce qui conduit au transfert de 6 Gt.km du mode routier vers le mode ferroviaire. Le concept d'autoroute ferroviaire fait actuellement l'objet d'une expérimentation dans les Alpes entre Aiton et Orbassano, un nouveau service va être créé entre Perpignan et le Luxembourg et un service sur la façade atlantique est à l'étude.

#### *Les autoroutes ferroviaires (source : Direction Générale de la Mer et des Transports)*

Les estimations de trafic pour les autoroutes ferroviaires restent soumises à de nombreuses incertitudes qui portent à la fois sur les travaux d'aménagement de l'infrastructure ferroviaire (mise au gabarit des voies), sur les modalités du transport (accompagné avec tracteur et chauffeur ou non accompagné avec juste la remorque), et sur la réactivité de la demande à l'offre proposée.

L'expérimentation réalisée sur la liaison transalpine Aiton-Orbassano a permis de démontrer la pertinence du système et la fiabilité de la technologie.

Dans l'hypothèse d'un transport non accompagné (remorques uniquement) et selon les études aujourd'hui disponibles, avec un taux de remplissage de 75 %, une autoroute ferroviaire sur le corridor atlantique (liaison Nord de la France - Vittoria avec plate forme intermédiaire en région Centre ou Île-de-France) aurait une capacité de 1 800 PL par jour en 2025. En moyenne, 7,2 milliards de tonnes-kilomètres pourraient ainsi être transportées par an sur cette liaison.

Avec les mêmes hypothèses, une autoroute ferroviaire sur le corridor rhodanien (liaison Bettembourg – Perpignan) aurait une capacité de 2 400 PL par jour en 2025. En moyenne, 9,6 milliards de tonnes-kilomètres pourraient ainsi être transportées par an sur cette liaison.

La montée en charge de tels services d'autoroutes ferroviaires sera progressive. A ces deux liaisons principales pourront s'ajouter des trafics générés par un effet réseau. En particulier, les possibilités de mise en réseau des autoroutes ferroviaires afin de mieux satisfaire la demande du marché sont en cours d'étude, à partir des services existants et en projet. Ainsi, le raccordement de l'autoroute ferroviaire alpine à la nouvelle autoroute ferroviaire Perpignan-Bettembourg au niveau de Lyon est notamment envisageable.

- le trafic nouveau (induction et report modal) retenu pour le projet Seine-Nord Europe (4,3 milliards de tonne-km) est une moyenne entre celui du rapport de la Commission Spéciale du Conseil Général des Ponts et Chaussées, repris dans la décision ministérielle du 22 novembre 2006 de mise à l'enquête publique de la bande d'étude de 500 mètres, et celui du scénario alternatif de VNF également inclus dans le dossier d'enquête publique.

Par ailleurs, ces projections ne tiennent pas compte de la mise en service d'une ou plusieurs autoroutes de la mer dont l'impact sur les trafics routiers n'a pas pu être chiffré dans cette note d'actualisation.

Des nouvelles projections macro-économiques sectorielles sont en cours d'étude et devraient faire l'objet d'une publication en 2007. Ces projections pourraient conduire à une majoration allant jusqu'à 0,3 point de croissance du transport tous modes.

Le tableau qui suit résume les plages de variation des facteurs retenus dans l'approche probabiliste :

Tableau 6 - Récapitulatif des tests pris en compte dans le cas du transport de marchandises

<i>Tests de sensibilité</i>	<i>Variables explicatives</i>	<i>Amplitude des tests de sensibilité<sup>(1)</sup></i>	<i>Valeur moyenne</i>
Prix de l'énergie <sup>(2)</sup>	Prix de l'énergie (\$/bl)	[35 ; >100] <sup>(3)</sup>	65
Taux de change €/€	Taux de change (€/€)	[0,7 ; 1,3]	1,0
Réalisation des infrastructures routières	Réalisation du réseau routier du CIADT (%)	[75% ; 100%]	87,5%
Prix TRM hors énergie	Variations du prix TRM hors énergie entre 2002 et 2025 (%)	[-11% ; +17%] <sup>(4)</sup>	2%
Prix du fret ferroviaire hors énergie	Variations du prix du fret ferroviaire entre 2002 et 2025 (%)	[-30% ; -0%]	-15%

(1) Les variables explicatives, à l'exception du prix de l'énergie, ont 100 % de probabilité de se situer dans cette fourchette.

(2) L'ensemble des hypothèses relatives au prix de l'énergie est développé en annexe.

(3) La probabilité de se situer entre 35 \$ et 100 \$ est de 95 % ; celle de se situer au-delà de 100 \$ est de 5 %.

(4) Une éventuelle augmentation de la TIPP, ainsi qu'une application plus rigoureuse de la récente directive Eurovignette sont prises en compte dans cette fourchette.

La plage de variation du prix du TRM, hors énergie et application plus rigoureuse de la récente directive Eurovignette est la même que dans le document publié en 2004. La croissance moyenne de 0,09 % par an qui en résulte est conforme aux évolutions envisageables, compte tenu des gains de productivité du secteur des transports routiers qui ont compensé ces dernières années les augmentations de coût de la main d'œuvre et de coût des carburants, même si, pour ce dernier, un rattrapage en 2006 est envisagé.

Le plan de retour à l'équilibre du fret ferroviaire SNCF et l'ouverture à la concurrence pèseront sur les prix ferroviaires, les baisses de prix envisagées pouvant être de -15 à -30 %. A l'inverse, le péage moyen d'infrastructure pourrait atteindre en hypothèse haute le coût marginal d'usage, soit 3 €/train.km<sup>2</sup>. Au total, la plage de variation retenue des prix ferroviaires hors effet prix de l'énergie est comprise entre -30 % et 0 %. Le prix de l'électricité payé par l'opérateur ferroviaire, qui est un client éligible se fournissant sur le marché européen, est supposé être déterminé par le coût de production d'une unité fonctionnant en semi-base. Celui-ci est relié au prix de l'énergie par l'intermédiaire du prix des différents combustibles et du choix du moyen de production de l'électricité le plus avantageux (cycle combiné au gaz ou centrale à charbon). La prise en compte de l'impact du prix de l'énergie ainsi estimé conduit à une augmentation de 6 % en moyenne des prix ferroviaires. Sous ces hypothèses, les variations du prix du transport ferroviaire de marchandises seraient comprises dans la plage [-23 % ; 5 %]<sup>3</sup>, avec une moyenne de -9 %<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Cette valeur est comparable au tarif actuellement en vigueur sur les infrastructures allemandes.

<sup>3</sup> La probabilité de se trouver en dehors de cette fourchette de prix est de 10 %.

<sup>4</sup> Une étude récente faite par un expert ferroviaire pour le compte du groupement Lyon-Turin ferroviaire évalue à 10 % la croissance des prix ferroviaires de 2003 à 2006 et retient ensuite une quasi stabilité jusqu'en 2025.

### *Le transport fluvial*

Les réseaux fluviaux ne sont pas connectés et connaissent des croissances de leurs trafics très différenciées. Dans ces conditions, il a paru préférable de présenter les projections nationales moyennes dans un encadré.

De 1997 à 2000, on a observé un retour à la croissance pour les transports sur le bassin de la Seine, une forte croissance sur le bassin Saône – Rhône et une stabilisation des trafics contraints par le gabarit Freycinet . Après trois années de stagnation, les trafics ont à nouveau crû fortement en 2004 et 2005. Si les matériaux de construction et les produits agricoles demeurent prépondérants, la structure des produits transportés par voies navigables a été modifiée en 10 ans. Les matériaux de construction ont stagné alors que les produits agricoles et alimentaires croissaient en moyenne de 5 % par an. Le transport de conteneurs est passé de 84 000 EVP en 1995 à 400 000 EVP en 2005. Cette embellie suit une longue période pendant laquelle le transport de marchandises par voies navigables avait chuté en France sous l'effet d'une forte décroissance des trafics sur la Seine et le réseau Freycinet. Il convient enfin de noter que le transport fluvial est très dépendant de la dynamique des activités portuaires.

Sur ces bases, de nouvelles projections à l'horizon 2025 ont été réalisées pour deux scénarios de croissances sectorielles compatibles avec une croissance du PIB de 1,9 % par an. Ces résultats concernent les transports de marchandises domestiques et internationaux, à l'exclusion du transit rhénan. Compte tenu de l'importance de la rupture d'offre que constituerait la réalisation du canal Seine-Nord Europe, qui masquerait les autres effets, et de ses incidences localisées, il a paru préférable, comme cela est le cas pour les autoroutes ferroviaires, de ne pas le retenir dans les projections de base.

Des incertitudes fortes concernent le développement des transports au gabarit Freycinet d'une part et par conteneurs d'autre part. Pour le Freycinet, une plage de variation allant de la stabilité des trafics à une division par deux a été retenue. Pour les conteneurs, une hypothèse basse de multiplication par deux en phase avec les projections envisagées pour les ports maritimes a été retenue ainsi qu'une multiplication par quatre en hypothèse haute tenant compte d'une dynamique plus forte en transport fluvial.

Comme pour les autres modes de transport, la croissance est aussi influencée par les facteurs pris en compte dans l'analyse probabiliste ; en particulier l'évolution du prix de l'énergie impacte significativement le secteur en raison de la faible taxation du carburant utilisé ainsi que de la part de l'énergie dans les coûts totaux (20 %). In fine, on obtient un volume de transport par voie d'eau de 10,0 milliards de tonne-km en moyenne à l'horizon 2025, et une probabilité de 90 % de se situer entre 8,8 et 11,3 milliards de tonne-km (1,1 à 2,2 %/an de 2002 à 2025), par rapport à un volume de transport en 2002 de 6,9 Gt.km. Le projet Seine-Nord Europe apporterait 4,3 milliards de tonne-km supplémentaires portant le trafic moyen à l'horizon 2025 à 14,3 milliards de tonne-km.

### 3.2. Les résultats

L'étude porte sur les transports de marchandises domestiques et internationaux (y compris le transit) pour les modes routier, ferroviaire et fluvial. Les transports répondant à cette définition et réalisés par des transporteurs étrangers (notion de pavillon) sont également pris en compte.

Tableau 7 – Taux de croissance 2002 – 2025 du transport intérieur de marchandises  
(hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gt.km par an*

Marchandises Transport intérieur	Rappel du scénario central de déc. 2004	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
		Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Transport routier	1,5	[ 1,3 ; 1,7 ]	1,5
Transport ferroviaire	1,2	[ -0,2 ; 1,5 ] <sup>(2)</sup>	0,7 <sup>(2)</sup>
Marchandises tous modes	1,5	[ 1,3 ; 1,5 ]	1,4

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Compte tenu d'un trafic réalisé de 41 Gt.km en 2005, ces valeurs correspondent à une croissance annuelle moyenne sur la période 2005-2025 de 1,9 %/an avec une fourchette de [ 0,8 %/an ; 2,8 %/an].

Tableau 8 – Transport intérieur de marchandises en 2025  
(hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En Gt.km*

Marchandises Transport intérieur	Rappel 2002	Milliards de tonnes.km en 2025	
		Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Transport routier	257	[ 343 ; 382 ]	363
Transport ferroviaire	50	[ 48 ; 71 ] <sup>(2)</sup>	59 <sup>(2)</sup>
Marchandises tous modes	314	[ 419 ; 442 ]	431

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

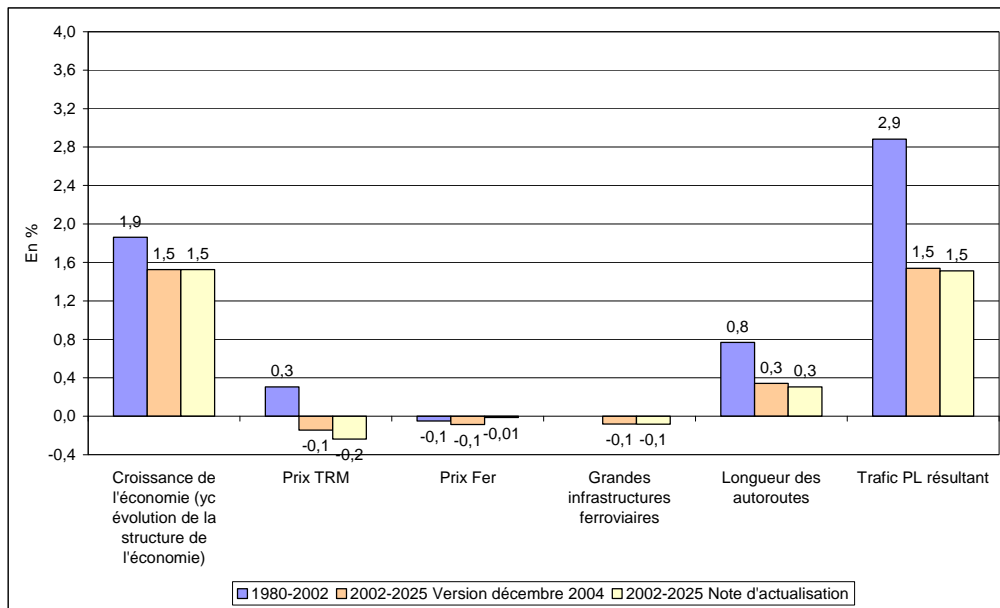
(2) Le trafic réalisé en 2005 est de 41 Gt.km.

Dans le cas du transport routier, les combinaisons d'hypothèses retenues conduisent pour certaines à diminuer la croissance publiée en décembre 2004 et pour d'autres à l'augmenter. L'approche probabiliste, en combinant les hypothèses de hausse du prix de l'énergie avec les reports modaux liés à la nouvelle plage de variations des prix routier et ferroviaire, conduit à une valeur moyenne proche du résultat initial.

Le graphique suivant précise l'effet de chaque variable sur la valeur moyenne de la croissance routière.



Graphique 2 - Contribution des différents facteurs à la croissance du transport routier



La différence de croissance du transport ferroviaire entre le document de décembre 2004 et la note d'actualisation résulte d'une part de la nouvelle plage de valeurs retenues pour l'évolution des prix hors énergie dans ce secteur (gains de productivité et augmentation des péages d'infrastructure), et d'autre part des nouvelles hypothèses de prix de l'énergie (y compris le prix de l'électricité).

Les tests de sensibilité réalisés dans le rapport de décembre 2004 auquel on peut toujours se reporter concernent la croissance économique, les investissements d'infrastructures, la réalisation de deux autoroutes ferroviaires, les prix routiers et les politiques de régulation des transports.

## 4. Les impacts environnementaux

### 4.1. Les facteurs explicatifs des transports et leurs plages de variation

Les projections des émissions de gaz à effet de serre et de polluants locaux reprennent l'ensemble des sensibilités énoncées dans les cas des transports interurbains de voyageurs et de marchandises. De plus, des hypothèses complémentaires concernant des variables nécessaires à l'évaluation des impacts environnementaux ont été formulées.

Les projections des trafics sur l'ensemble des réseaux s'appuient sur des modélisations spécifiques : par exemple, dans le cas de la circulation des VP, les prévisions sont déterminées par l'évolution de la croissance économique, du parc automobile et du coût généralisé de circulation.

L'incertitude sur les lois de survie des véhicules influence de manière significative l'évaluation des volumes de polluants locaux émis, en raison de la place importante tenue par les véhicules les plus anciens dans le total des émissions. Trois variantes de lois de survie, issues des travaux du SESP, du CITEPA et de l'Ademe, ont donc été retenues.

Les volumes d'émissions de polluants, calculés, par convention, à partir des livraisons de carburants en France, dépendent également des "soldes aux frontières", c'est-à-dire l'achat de carburant à l'étranger et utilisé en France et inversement. Ce phénomène dépend avant tout des différentiels de prix observés aux frontières. Pour en tenir compte, le ratio livraison sur consommation de carburants (essence et gazole) appartient à une plage de variation, dont l'amplitude est définie par les valeurs observées sur la période 1990-2000<sup>5</sup>.

Les projections des impacts environnementaux des transports est également réalisé à l'horizon 2010, en raison de l'engagement de la France de stabiliser ces émissions de gaz à effet de serre entre 2008 et 2012 à leur niveau de 1990 et de la décroissance rapide des émissions de polluants locaux liés à la mise en place des normes Euro. Dans ce dernier cas, les calculs intègrent la mise en place des normes Euro 5 pour les VL et les PL à l'horizon 2010 ; en revanche, ils ne tiennent pas compte d'éventuelles nouvelles normes antipollution susceptibles d'intervenir après cette date.

Ces valeurs 2010 nécessitent des hypothèses complémentaires. Plusieurs cas de figure sont retenus selon les paramètres considérés :

- l'incertitude n'existe pas en 2010 sur la réalisation des infrastructures.
- l'incertitude en 2010 est déduite des plages de variation retenues en 2025, à partir d'hypothèses sur le cheminement des variables : fiscalité des carburants, prix ferroviaire et aérien, consommations unitaires des VP<sup>6</sup>, parc VP, prix du TRM.
- l'incertitude est supposée être la même en 2010 qu'en 2025 concernant le prix de l'énergie, le taux de change euro-dollar, les lois de survie des véhicules et les soldes aux frontières.

A la différence du document publié en décembre 2004, les projections des émissions de gaz à effet de serre tiennent compte de l'impact des mesures de lutte contre le changement climatique contenues dans le Plan Climat en 2010 et leurs prolongements en 2025, selon les hypothèses suivantes :

- le taux d'incorporation des biocarburants est compris entre 6 % et 8 % en 2010 et entre 10 % et 20 % en 2025. La réalisation de l'objectif de 7 % en 2010 du taux d'incorporation des biocarburants figure également sous la forme d'un test de sensibilité.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> Ces valeurs sont publiées annuellement dans le rapport de la Commission des Comptes des Transports de la Nation.

<sup>6</sup> Dans ce cas, aucune corrélation entre le prix de l'énergie et les consommations unitaires des véhicules n'a été prise en compte, l'horizon de projection étant trop proche pour envisager une adaptation importante du parc.

<sup>7</sup> Conformément à la méthodologie des inventaires officiels, les émissions de gaz à effet de serre liées à la production et à la transformation des biocarburants ne sont pas comptabilisées dans le secteur des transports.

- les mesures du Plan Climat relatives à l'évolution des consommations unitaires des véhicules ainsi qu'à la mise en service d'infrastructures, font l'objet d'hypothèses spécifiques exposées dans la partie "Les transports interurbains de voyageurs".

- les impacts effectifs des autres mesures du Plan Climat varient entre 75 % et 100 % des évaluations de référence figurant dans ce plan.

L'objectif de la SNCF et de la RATP de ne plus consommer de carburants d'origine fossile d'ici 20 ans est supposé être intégré dans les mesures de développement des biocarburants.

Tableau 9 - Récapitulatif des tests pris en compte dans le cas des émissions de polluants en 2025

Tests de sensibilité	Variables explicatives	Amplitude des tests de sensibilité <sup>(1)</sup>	Valeur moyenne
Prix de l'énergie <sup>(2)</sup>	Prix de l'énergie (\$/bl)	[35 ; >100] <sup>(3)</sup>	65
Taux de change €/€	Taux de change (€/€)	[0,7 ; 1,3]	1,0
Fiscalité des carburants	Rattrapage TIPP gazole (%)	[0% ; 100%]	50%
Réalisation des infrastructures routières	Réalisation du réseau routier du CIADT (%)	[75% ; 100%]	87,5%
Réalisation des infrastructures ferroviaires	Réalisation du réseau LGV du CIADT (%)	[75% ; 100%]	87,5%
Prix du transport ferroviaire de voyageurs	Variations du produit moyen ferroviaire entre 2002 et 2025 (%)	[-9% ; 9%]	0%
Consommations unitaires des VP hors effet "biocarburants" <sup>(4)</sup>	Emissions des VP neufs en 2010 et 2025 (gCO <sub>2</sub> /véh.km)	2010 : [140 ; 154] 2025 : [90 ; 130] <sup>(5)</sup>	2010 : 147 2025 : 110
Consommations unitaires des PL hors effet "biocarburants"	Emissions des PL en 2010 et 2025 (gCO <sub>2</sub> /véh.km)	2010 : [ 936 ; 993 ] 2025 : [ 842 ; 971 ] <sup>(5)</sup>	2010 : 964 2025 : 905
Vitesse moyenne de circulation des VP	TCAM Vitesse moyenne de circulation des VP (%/an)	2010 : [-0,8% ; 0,1%] 2025 : [-0,4% ; 0,0%]	2010 : -0,35% 2025 : -0,2%
Parc VP <sup>(4)</sup>	TCAM Parc VP hors effets carburants (%/an)	[0,76% ; 0,96%]	0,86%
Prix aérien hors énergie	Variations du prix aérien entre 2002 et 2025 (%)	[0% ; 23%]	11%
Prix TRM hors énergie	Variations du prix TRM hors énergie entre 2002 et 2025 (%/l)	[-11% ; +17%] <sup>(6)</sup>	2%
Prix du fret ferroviaire hors énergie	Variations du prix du fret ferroviaire entre 2002 et 2025 (%/l)	[-30% ; 0%]	-15%
Loi de survie des véhicules <sup>(7)</sup>	-	-	-
Soldes aux frontières	Rapport livraisons sur consommations de carburants	Essence : [0,95 ; 0,99] Gazole : [0,96 ; 1,01]	Essence : 0,97 Gazole : 0,98
Développement des biocarburants	Taux d'incorporation des biocarburants en 2010 et 2025 (% PCI)	2010 : [6% ; 8%] 2025 : [10% ; 20%]	2010 : 7% 2025 : 15%
Réalisation des mesures du Plan Climat hors biocarburants <sup>(8)</sup>	Effet de la mesure par rapport à l'évaluation de référence en 2010 (%)	[75% ; 100%]	87,5%

(1) Les variables explicatives, à l'exception du prix de l'énergie et des consommations unitaires des véhicules particuliers, ont 100 % de probabilité de se situer dans cette fourchette.

(2) L'ensemble des hypothèses relatives au prix de l'énergie est développé en annexe.

(3) La probabilité de se situer entre 35 \$ et 100 \$ est de 95 % et celle de se situer au-delà de 100 \$ est de 5 %.

(4) Une corrélation avec le prix de l'énergie a été introduite pour cette variable en 2025 uniquement.

(5) La probabilité de se trouver en dehors de cette fourchette est de 10 %.

(6) Une éventuelle augmentation de la TIPP, ainsi qu'une application plus rigoureuse de la récente directive Eurovignette sont prises en compte dans cette fourchette.

(7) Le test de sensibilité porte ici sur une fonction et non sur une variable numérique (proportion de véhicules en circulation en fonction de leur âge).

(8) A l'heure actuelle, ce plan ne prévoit pas d'abaissement de la limitation de vitesse de 130 à 120 km/h sur les autoroutes interurbaines. Des travaux menés par le ministère de l'Équipement évaluent à 0,2 MtCO<sub>2</sub>/an la baisse des émissions de gaz à effet de serre du transport routier associée à cette mesure, ce qui apparaît comme marginal devant les impacts des autres mesures.

#### 4.2. Les résultats des projections du trafic routier sur l'ensemble des réseaux et des émissions unitaires de CO<sub>2</sub>

Les projections d'émission de gaz à effet de serre ou de polluants locaux du transport routier sont obtenues en combinant les évolutions des émissions unitaires et celles de la circulation routière sur l'ensemble des réseaux.

Les projections de trafic présentées ci-dessous concernent l'ensemble de la circulation sur le territoire national, qui est la seule variable pertinente au regard des problématiques environnementales globales telles que l'effet de serre. Les évolutions sur des axes particuliers peuvent être sensiblement différentes, en fonction des volumes de trafics associés à la mobilité locale, interurbaine, de transit, ...

Dans le cas des projections de trafic des véhicules légers, l'écart entre la version de décembre 2004 et la note d'actualisation s'explique notamment par la prise en compte des récentes évolutions de la circulation ainsi que des nouvelles hypothèses concernant l'évolution du coût généralisé de transport.

Les résultats figurent dans les tableaux 10 et 11.

Tableau 10 – Trafic routier sur l'ensemble des réseaux en 2025  
(hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gvéh.km*

Trafics tous réseaux Transport intérieur	Rappel 2002	Rappel du scénario central de déc. 2004	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
			Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Véhicules légers	508	1,5	[ 1,2 ; 1,5 ]	1,3
Poids lourds	37	1,4	[ 1,1 ; 1,6 ]	1,3

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

Tableau 11 – Emissions unitaires de CO<sub>2</sub> des véhicules<sup>(1)</sup>  
(hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En gCO<sub>2</sub> par véh.km*

Emissions unitaires de CO <sub>2</sub> des véhicules <sup>(1)</sup>	Rappel 2002	Rappel du scénario central de déc. 2004	gCO <sub>2</sub> par véh.km	
			Fourchette <sup>(2)</sup>	Moyenne
Véhicules légers <sup>(3)</sup>	195	144	[ 130 ; 163 ]	146
Poids lourds	976	900	[ 842 ; 967 ]	906

(1) Ces données sont calculées hors effet biocarburants et soldes aux frontières ; il n'est donc pas possible de rapprocher directement les tableaux 10 et 11 du tableau 15.

(2) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(3) Cette valeur correspond pour les seules voitures particulières à une fourchette de [ 117 ; 148 ], avec une moyenne de 131 gCO<sub>2</sub>/véh.km.

Les émissions unitaires de CO<sub>2</sub> des véhicules dépendent de plusieurs paramètres : évolution des consommations des véhicules neufs hors effet pétrole, impact du prix de l'énergie (adaptation des comportements d'achats des usagers) et hypothèses de vieillissement du parc. La combinaison de ces différents phénomènes conduit à des résultats proches en moyenne de ceux contenus dans le document de décembre 2004.

#### 4.3. Les résultats des projections des émissions de gaz à effet de serre<sup>8</sup>

Les projections figurant dans les tableaux de décembre 2004 n'intégraient pas de mesures de réduction des émissions autres que la poursuite de la mise en œuvre de l'accord ACEA et la mise en service de nouvelles infrastructures. Les effets des autres mesures du plan climat étaient explicités dans le texte. Les nouvelles valeurs d'émissions de gaz à effet de serre présentées ici, dans les

<sup>8</sup> Ces projections incluent les émissions de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> et HFC du secteur des transports.

tableaux, prennent désormais en compte les mesures de réduction additionnelles du plan climat et les évolutions citées plus haut. C'est la raison pour laquelle il existe des écarts significatifs entre la version publiée en décembre 2004 et la présente note d'actualisation.

Les projections d'émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports aux horizons 2010 et 2025 figurent dans les tableaux 12 à 15.

Tableau 12 – Emissions de gaz à effet de serre du secteur des transports en 2010  
incluant l'ensemble des mesures de réduction  
(hypothèse de croissance du PIB de 2,15 % sur la période 2002-2010)

*En MteqCO<sub>2</sub>*

Emissions de GES en 2010 Transport intérieur	Rappel 1990	Rappel 2002	Rappel du scénario central de déc. 2004	Millions de tonnes de CO <sub>2</sub> en 2010	
				Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Total secteur des transports	122	149	165 <sup>(2)</sup>	[ 136 ; 152 ] <sup>(3)</sup>	145 <sup>(3)</sup>
Dont CO <sub>2</sub> transport routier	109	130	140 <sup>(2)</sup>	[ 115 ; 131 ] <sup>(3)</sup>	124 <sup>(3)</sup>

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Hors mesures de réduction des émissions autres que la poursuite de la mise en œuvre de l'accord ACEA et la mise en service de nouvelles infrastructures.

(3) Incluant l'ensemble des mesures de réduction : évolution des consommations unitaires, mise en service de nouvelles infrastructures, développement des biocarburants, autres mesures du Plan Climat.

Tableau 13 – Emissions de CO<sub>2</sub> du secteur des transports routiers par type de véhicules en 2010  
incluant l'ensemble des mesures de réduction listées p14  
(hypothèse de croissance du PIB de 2,15 % sur la période 2002-2010)

*En MtCO<sub>2</sub>*

Emissions de CO <sub>2</sub> en 2010 Transport routier intérieur	Rappel 1990	Rappel 2002	Rappel du scénario central de déc. 2004	Millions de tonnes de CO <sub>2</sub> en 2010	
				Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Véhicules légers	81	92	101 <sup>(2)</sup>	[ 83 ; 94 ] <sup>(3)</sup>	88 <sup>(3)</sup>
Poids lourds	27	37	39 <sup>(2)</sup>	[ 33 ; 38 ] <sup>(3)</sup>	36 <sup>(3)</sup>

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Hors mesures de réduction des émissions autres que la poursuite de la mise en œuvre de l'accord ACEA et la mise en service de nouvelles infrastructures.

(3) Incluant l'ensemble des mesures de réduction : évolution des consommations unitaires, mise en service de nouvelles infrastructures, développement des biocarburants, autres mesures du Plan Climat.

Tableau 14 – Emissions de gaz à effet de serre du secteur des transports en 2025  
incluant l'ensemble des mesures de réduction listées p14  
(hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En MteqCO<sub>2</sub>*

Emissions de GES en 2025 Transport intérieur	Rappel 1990	Rappel 2002	Rappel du scénario central de déc. 2004	Millions de tonnes de CO <sub>2</sub> en 2025	
				Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Total secteur des transports	122	149	175 <sup>(2)</sup>	[ 131 ; 160 ] <sup>(3)</sup>	145 <sup>(3)</sup>
Dont CO <sub>2</sub> transport routier	109	130	146 <sup>(2)</sup>	[ 107 ; 136 ] <sup>(3)</sup>	122 <sup>(3)</sup>

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Hors mesures de réduction des émissions autres que la poursuite de la mise en œuvre de l'accord ACEA et la mise en service de nouvelles infrastructures.

(3) Incluant l'ensemble des mesures de réduction : évolution des consommations unitaires, mise en service de nouvelles infrastructures, développement des biocarburants, autres mesures du Plan Climat.

Tableau 15 – Emissions de CO<sub>2</sub> du secteur des transports routiers par type de véhicules en 2025 incluant l'ensemble des mesures de réduction (hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

En MtCO<sub>2</sub>

Emissions de CO <sub>2</sub> en 2025 Transport routier intérieur	Rappel 1990	Rappel 2002	Rappel du scénario central de déc. 2004	Millions de tonnes de CO <sub>2</sub> en 2025	
				Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Véhicules légers	81	92	101 <sup>(2)</sup>	[ 70 ; 95 ] <sup>(3)</sup>	83 <sup>(3)</sup>
Poids lourds	27	37	44 <sup>(2)</sup>	[ 34 ; 42 ] <sup>(3)</sup>	38 <sup>(3)</sup>

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Hors mesures de réduction des émissions autres que la poursuite de la mise en œuvre de l'accord ACEA et la mise en service de nouvelles infrastructures.

(3) Incluant l'ensemble des mesures de réduction : évolution des consommations unitaires, mise en service de nouvelles infrastructures, développement des biocarburants, autres mesures du Plan Climat.

Les résultats mettent en évidence, quels que soient les horizons considérés, un ralentissement significatif de la croissance, voire une diminution par rapport à leur niveau de 2002, des émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports. Dans le scénario central, les émissions de CO<sub>2</sub> du transport routier se stabiliseraient en 2010 et 2025 à un niveau inférieur à celui de 2002, mais néanmoins supérieur de 19 % par rapport au niveau de 1990, grâce principalement à la mise en œuvre des mesures du Plan Climat.

La cohérence entre les projections à l'horizon 2025 et une division par 4 (tous secteurs confondus) des émissions de gaz à effet de serre en 2050 est difficile à appréhender, dans la mesure où ni la trajectoire, ni la contribution du secteur des transports à la réalisation de cet objectif ne sont aujourd'hui clairement déterminées. Cette question sera examinée en détail dans le cadre du plan d'action publique national « transport, urbanisme, effet de serre » de réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui devra proposer des objectifs à l'horizon 2020-2025, suite aux conclusions du débat public sur les transports dans la vallée du Rhône et l'arc languedocien.

#### 4.4. Les résultats des projections des émissions de polluants locaux

Les hypothèses retenues sur le vieillissement des véhicules sont déterminantes dans le cas des polluants locaux. Alors qu'elles jouent peu pour les émissions de CO<sub>2</sub>, la sévèrisation rapide des normes antipollution aux cours de la dernière décennie rend très sensible les projections de polluants locaux à cette incertitude.

Les projections d'émissions de polluants locaux du secteur des transports aux horizons 2010 et 2025 figurent dans les tableaux 16 et 17.

Tableau 16 – Emissions de polluants locaux du transport routier en 2010 (hypothèse de croissance du PIB de 2,15 % sur la période 2002-2010)

En kt

Emissions en 2010 Transport intérieur routier	Rappel 2002	Rappel du scénario central de déc. 2004	Milliers de tonnes en 2010	
			Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
NOx	647	392	[ 379 ; 460 ]	420
COVNM	382	95	[ 95 ; 171 ]	130
CO	2266	826	[ 781 ; 1361 ]	1058
SO <sub>2</sub>	24	4,2	[ 3,8 ; 4,3 ]	4,1
Poussières <sup>(2)</sup>	60	26	[ 25 ; 31 ]	27

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Ce terme recouvre les PM10 liées à la combustion du carburant.

Tableau 17 – Emissions de polluants locaux du transport routier en 2025  
(hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

En kt

Emissions en 2025 Transport intérieur routier	Rappel 2002	Rappel du scénario central de déc. 2004	Milliers de tonnes en 2025	
			Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
NOx	647	324	[ 266 ; 314 ]	289
COVNM	382	65	[ 62 ; 69 ]	66
CO	2266	531	[ 494 ; 586 ]	542
SO2	24	4,4	[ 4,1 ; 4,6 ]	4,3
Poussières <sup>(2)</sup>	60	19	[ 4,9 ; 6,3 ]	5,6

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Ce terme recouvre les PM10 liées à la combustion du carburant.

Les émissions de polluants locaux liées au transport routier (NOx, COVNM, CO, SO2, poussières) calculées à partir du modèle COPERT-III<sup>9</sup>, connaîtraient dès 2010 des baisses très importantes en raison du renouvellement du parc de véhicules avec les nouvelles normes européennes. L'incertitude sur le vieillissement des véhicules explique la largeur des fourchettes à l'horizon 2010 ; en revanche, en 2025, ce phénomène ne joue que très peu sur les niveaux.

Les tests de sensibilité réalisés dans le rapport de décembre 2004 auquel on peut toujours se reporter concernent la croissance économique, le niveau de la TIPP et l'évolution des consommations unitaires des véhicules.

<sup>9</sup> Ces projections reposent sur les données du modèle Copert III dans la mesure où les résultats de la nouvelle méthode d'évaluation des émissions polluantes du transport routier (Artemis) n'étaient pas connus au moment de l'élaboration de ce document.

## Récapitulatif des transports intérieurs

Hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025

*En % des Gvoy.km par an*

Voyageurs interurbains Transport intérieur	Rappel 2002	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
		Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Réseau routier national <sup>(2)</sup> <i>en Gvoy.km</i>	302	[ 1,5 ; 2,1 ] [ 422 ; 487 ]	1,8 454
Fer (réseau national hors IdF) <i>en Gvoy.km</i>	63	[ 1,7 ; 2,3 ] [ 93 ; 108 ]	2,0 100
Aérien (intérieur) <i>en Gvoy.km</i>	13,7	[ 0,4 ; 1,6 ] [ 15,0 ; 19,9 ]	1,0 17,2
Voyageurs tous modes <i>en Gvoy.km</i>	379	[ 1,6 ; 2,0 ] [ 542 ; 604 ]	1,8 572

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Réseau routier national dans sa configuration de 2002 complété par les nouvelles infrastructures.

*En % des Gt.km par an*

Marchandises Transport intérieur	Rappel 2002	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
		Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Transport routier <i>en Gt.km</i>	257	[ 1,3 ; 1,7 ] [ 343 ; 382 ]	1,5 363
Transport ferroviaire <i>en Gt.km</i>	50	[ -0,2 ; 1,5 ] <sup>(2)</sup> [ 48 ; 71 ]	0,7 <sup>(2)</sup> 59
Marchandises tous modes <i>en Gt.km</i>	314	[ 1,3 ; 1,5 ] [ 419 ; 442 ]	1,4 431

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Compte tenu d'un trafic réalisé de 41 Gt.km en 2005, ces valeurs correspondent à une croissance annuelle moyenne sur la période 2005-2025 de 1,9 %/an avec une fourchette de [ 0,8 %/an ; 2,8 %/an].

### *Le transport fluvial*

De nouvelles projections à l'horizon 2025 ont été réalisées pour deux scénarios de croissances sectorielles compatibles avec une croissance du PIB de 1,9 % par an. L'actualisation des projections conduit à un trafic moyen en 2025 de 10,0 milliards de tonne-km hors projet Seine-Nord Europe, ainsi qu'une probabilité de 90 % de se situer entre 8,8 et 11,3 milliards de tonne-km, par rapport à un volume de transport en 2002 de 6,9 Gt.km. La réalisation du projet Seine-Nord Europe apporterait un trafic supplémentaire en 2025 de 4,3 milliards de tonne-km. portant le trafic moyen à 14,3 milliards de tonne-km à cet horizon.



## Annexe 1 : hypothèses retenues concernant le prix de l'énergie

Le but de cette annexe est de décrire la distribution de probabilité retenue pour le prix de l'énergie à l'horizon 2025.

Cette démarche ne s'intéresse qu'au prix de l'énergie sur longue période, pour lequel les alternatives au pétrole jouent un rôle déterminant. En particulier, cette approche n'exclut pas l'existence de périodes de tension limitées dans le temps, liées par exemple à des crises d'approvisionnement, durant lesquelles le pétrole peut atteindre des prix très élevés.

Dans le cas du transport routier, le prix de l'énergie est déterminé à l'horizon 2025 par la combinaison de plusieurs facteurs :

- le prix pétrole brut lui-même partiellement déterminé par le développement potentiel des carburants alternatifs : biocarburants, CTL (Coal To Liquid), GTL (Gas To Liquid), BTL (Biomass To Liquid), ... ;
- l'instauration éventuelle d'une taxe carbone ou d'un autre mécanisme économique d'internalisation du prix du carbone.

La combinaison de ces facteurs incite à ne pas retenir le prix du pétrole comme seule variable pertinente mais à raisonner davantage en terme de prix de l'énergie (i.e. prix du carburant liquide qui est déterminant pour le secteur des transports).

### *Prix du pétrole brut*

Plusieurs projections sont actuellement disponibles. La plus récente, celle du Department of Energy américain, envisage un large éventail de possibilités. Dans ces projections à l'horizon 2030 réalisées en février 2006, trois scénarios du prix du pétrole ont été retenus : le scénario central s'appuie sur une valeur de 57 \$/bl, avec une variante basse à 34 \$/bl et une variante haute à 96 \$/bl.

Les projections réalisées à l'aide du modèle POLES<sup>10</sup> prévoient, dans le scénario tendanciel, un prix du baril de pétrole de l'ordre de 60 \$/bl en 2025.

Enfin, le FMI (WEO, 2005), sur la base d'une modélisation incorporant un comportement de maximisation de la rente de la part de l'OPEP, concluait sur une fourchette de 39 à 56 \$/bl à l'horizon 2030.

### *Rôle joué par les carburants alternatifs*

Le rapport "Biofuels for Transport" de l'Agence Internationale de l'Energie évalue les coûts des différents types de biocarburants au-delà de 2010. Ces valeurs sont présentées sous forme de fourchettes selon le mode de production envisagé<sup>11</sup> ou l'incertitude sur les coûts réels de production :

- production d'éthanol au Brésil (généralisable aux pays en voie de développement) : 35-50 \$/bl ;
- production d'éthanol en Europe/USA : 55-100 \$/bl ;
- production de biodiesel en Europe/USA : 35-110 \$/bl ;
- production de BTL : 65-120 \$/bl.

Il convient également de considérer la production de CTL, qui pourrait devenir compétitive à partir de 45 \$/bl en incluant la séquestration du carbone (source DGTPE).

<sup>10</sup> Source : "Impact des politiques climatiques sur le prix du carbone et les marchés de l'énergie", LEPPH-EPE, novembre 2005

<sup>11</sup> En cas de production massive de biocarburants, il est probable que les modes de production les moins coûteux seraient les plus répandus.

### *Instauration éventuelle d'une taxe carbone*

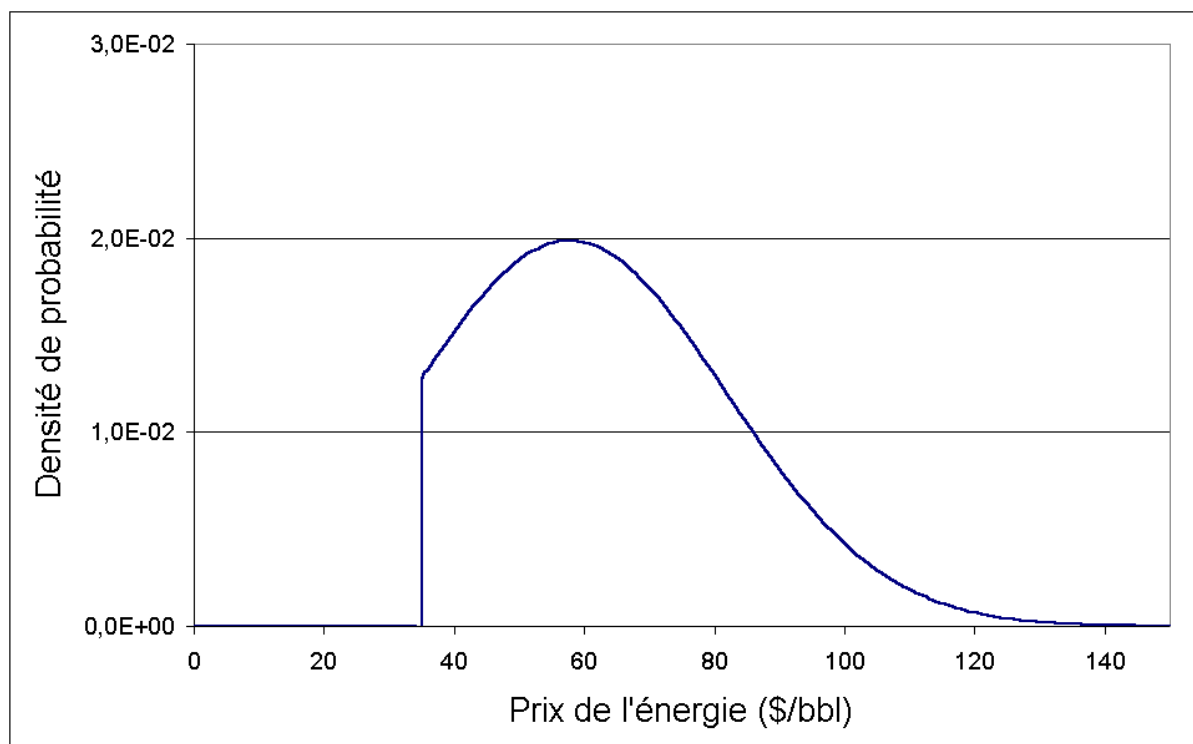
L'hypothèse de l'instauration d'une taxation du carbone à l'horizon 2025 doit être sérieusement considérée, même si elle aurait plus de sens si elle était adoptée par l'ensemble des pays ayant des émissions significatives.

La justification économique d'une taxation spécifique du carbone n'est cependant pas totalement assurée pour le secteur français des transports : ainsi l'étude D4E/DGR "Couverture des coûts des infrastructures routières" conclut que les VL acquittent en moyenne un montant légèrement supérieur à leur coût marginal social, incluant notamment une valorisation de l'effet de serre à 100 €/tC correspondant à environ 10 \$/bl. D'un point de vue économique, l'introduction d'une taxe carbone ne s'accompagnant pas d'une réduction correspondante de la TIPP n'est donc pas justifiée dans le cadre des engagements internationaux actuels de la France. En revanche, il convient de prendre en compte un renforcement de la contrainte "effet de serre". Celui-ci se traduirait, d'après l'instruction-cadre du 25 mars 2004, par une hausse de l'ordre de 6 \$/bl à l'horizon 2025. A noter, par ailleurs, que le scénario central suppose une augmentation de la TIPP se traduisant, à prix du pétrole constant, par une augmentation de la fiscalité du gazole de 10 c€/L.

Les projections réalisées envisagent l'éventualité de l'introduction d'une telle taxe, avec une valeur de la tonne carbone de l'ordre de 100 à 300 \$/tC, soit 10 à 30 \$/bl. Celle-ci est d'autant plus probable que le prix des carburants fossiles est faible. Des valeurs plus élevées de cette taxe pourraient être envisagées dans le cas où les émissions de gaz à effet de serre seraient en contradiction avec les futurs engagements internationaux de la France.

### *Construction de la distribution*

La construction de la distribution du prix de l'énergie est fondée sur une loi normale de moyenne 65 \$/bl, excluant les valeurs inférieures à 35 \$/bl et pour laquelle la probabilité de se situer au-delà de 100 \$/bl est de 5 %. Le résultat figure dans le graphique ci-dessous :



Trois plages de valeurs peuvent être distinguées:

- **Une plage [35-65] \$/bl**, correspondant notamment à l'absence de taxation du carbone. Elle est cohérente avec un prix du pétrole brut compris entre 35-65 \$/bl (hypothèses basses DOE) sans taxation du carbone. Dans cette plage de valeurs, les carburants alternatifs commencent à

apparaître : le CTL et les biocarburants produits dans les PVD joueraient, dans la partie haute de cette plage, un rôle important.

- **une plage [65-100] \$/bl**, correspondant à un prix plus élevé de l'énergie, en liaison par exemple avec l'introduction d'une taxation du carbone. Elle peut s'interpréter de plusieurs manières :

- Le prix du pétrole brut correspondrait à la plage 35-65 \$/bl (hypothèses basses DOE) avec une taxe carbone de 100 à 300 \$/tC ;
- Le prix du pétrole serait compris entre 65-100 \$/bl en l'absence de taxe carbone (hypothèses hautes DOE).

Dans cette plage de valeurs, la production des biocarburants, déjà évoquée dans la plage [35-65], s'étend au-delà des PVD; les procédés BTL commenceraient à se développer.

- **une plage [100,∞[ \$/bl**, correspondant à un prix très élevé de l'énergie, avec ou sans taxe carbone. Elle peut s'interpréter de plusieurs manières :

- le prix du pétrole brut serait supérieur à 65 \$/bl (hypothèses hautes DOE) avec une taxe carbone de 100 à 300 \$/tC ;
- le prix du pétrole brut serait supérieur à 100 \$/bl en l'absence de taxe carbone.

Dans cette plage, l'ensemble des carburants alternatifs devient compétitif, ce qui rend peu probable le maintien, dans la durée, de tels niveaux de prix.

*Cohérence avec un objectif de division par 4 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050*

La loi de programme du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique, précise que "la France soutient la définition d'un objectif de division par deux des émissions mondiales de gaz à effet de serre d'ici à 2050, ce qui nécessite, compte tenu des différences de consommation entre pays, une division par quatre ou cinq de ces émissions pour les pays développés.". A l'heure actuelle, la trajectoire des émissions ainsi que la contribution du secteur des transports à la réalisation de cet objectif ne sont pas précisées.

Cet aspect sera approfondi dans le courant de l'année 2007 dans le cadre de travaux interministériels en cours sur la problématique du Facteur 4.

*Test de sensibilité à un relèvement de la borne inférieure du prix de l'énergie*

Un test de sensibilité à un relèvement de la borne inférieure du prix de l'énergie de 35 à 45 \$/bl, une augmentation de la moyenne de 65 à 70 \$/bl et une probabilité de 5 % de se situer au-delà de 100 \$/bl, figure ci-dessous.

Dans le cas du transport de voyageurs, l'impact de ce relèvement sur les fourchettes de croissance annuelle est négligeable pour les modes routier et ferroviaire (< 0,05 %/an) et faible pour le trafic aérien (< 0,12 %/an). Par conséquent, l'impact sur le transport tous modes est également négligeable (< 0,05 %/an).

Concernant le transport de marchandises, l'impact de ce relèvement sur les fourchettes de croissance annuelle est négligeable pour des modes routier et fluvial (< 0,02 %/an) et très faible pour le trafic ferroviaire (< 0,08 %/an). Par conséquent, l'impact sur le transport tous modes est également négligeable (< 0,02 %/an).

## Annexe 2 : Sensibilité des résultats à la croissance économique

Le document publié en décembre 2004 présentait une étude de sensibilité de la demande de transport à la croissance économique : l'impact sur les trafics d'une variation de la croissance économique de 0,4%/an par rapport au scénario central avait été évalué.

Ces sensibilités sont reprises dans cette annexe et présentent l'évolution des trafics sous la forme d'une fourchette associée à une moyenne. Par ailleurs, une approche complémentaire dans laquelle la croissance économique est considérée comme une variable aléatoire évoluant dans une fourchette [ 1,7 % ; 2,1 %] suivant une loi uniforme, de la même manière que les autres facteurs explicatifs, est également présentée.

### Transport de voyageurs

Les résultats du test de sensibilité à la croissance économique figure sous la forme de fourchettes et de valeurs moyennes.

Tableau A2-1 – Taux de croissance 2002 – 2025 du transport intérieur interurbain de voyageurs (hypothèse de croissance du PIB de 1,5 %, 1,9 % et 2,3 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gvoy.km par an*

Voyageurs interurbains Transport intérieur	Croissance annuelle moyenne 2002-2025					
	PIB 1,5 % par an		PIB 1,9 % par an		PIB 2,3 % par an	
	Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne	Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne	Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Réseau routier national <sup>(2)</sup>	[1,0 ; 1,6]	1,3	[1,5 ; 2,1]	1,8	[1,9 ; 2,5]	2,2
Fer (réseau national hors IdF)	[1,4 ; 2,1]	1,8	[1,7 ; 2,3]	2,0	[1,8 ; 2,5]	2,2
Aérien (intérieur)	[0,0 ; 1,3]	0,6	[0,4 ; 1,6]	1,0	[0,8 ; 2,0]	1,4
Voyageurs tous modes	[1,1 ; 1,6]	1,4	[1,6 ; 2,0]	1,8	[1,9 ; 2,4]	2,2

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Réseau routier national dans sa configuration de 2002 complété par les nouvelles infrastructures.

A titre d'approche complémentaire, il est également possible de considérer la croissance économique comme une variable aléatoire évoluant dans une fourchette [ 1,7 % ; 2,1 %] suivant une loi uniforme, de la même manière que les autres facteurs explicatifs.

Tableau A2-2 – Taux de croissance 2002 – 2025 du transport intérieur interurbain de voyageurs (hypothèse de croissance du PIB comprise entre 1,7 % et 2,1 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gvoy.km par an*

Voyageurs interurbains Transport intérieur	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
	Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Réseau routier national <sup>(2)</sup>	[1,4 ; 2,2]	1,8
Fer (réseau national hors IdF)	[1,6 ; 2,3]	2,0
Aérien (intérieur)	[0,4 ; 1,7]	1,0
Voyageurs tous modes	[1,5 ; 2,1]	1,8

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Réseau routier national dans sa configuration de 2002 complété par les nouvelles infrastructures.

### Transport de marchandises

Les résultats du test de sensibilité à la croissance économique figurent sous la forme de fourchettes et de valeurs moyennes.

Tableau A2-3 – Taux de croissance 2002 – 2025 du transport intérieur de marchandises  
(hypothèse de croissance du PIB de 1,5 %, 1,9 % et 2,3 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gt.km par an*

Marchandises Transport intérieur	Croissance annuelle moyenne 2002-2025					
	PIB 1,5 % par an		PIB 1,9 % par an		PIB 2,3 % par an	
	Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne	Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne	Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Transport routier	[1,0 ; 1,4]	1,2	[1,3 ; 1,7]	1,5	[2,0 ; 2,4]	2,2
Transport ferroviaire	[-0,8 ; 0,9] <sup>(2)</sup>	0,1 <sup>(2)</sup>	[-0,2 ; 1,5] <sup>(2)</sup>	0,7 <sup>(2)</sup>	[0,5 ; 2,2] <sup>(2)</sup>	1,4 <sup>(2)</sup>
Marchandises tous modes	[0,9 ; 1,1]	1,0	[1,3 ; 1,5]	1,4	[1,9 ; 2,2]	2,1

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Compte tenu d'un trafic réalisé de 41 Gt.km en 2005, ces valeurs correspondent aux croissances annuelles moyennes sur la période 2005-2025 :

- croissance du PIB de 1,5 %/an : fourchette de [ 0,2 %/an ; 2,1 %/an] avec une moyenne de 1,1 % ;
- croissance du PIB de 1,9 %/an : fourchette de [ 0,8 %/an ; 2,8 %/an] avec une moyenne de 1,9 % ;
- croissance du PIB de 2,3 %/an : fourchette de [ 1,6 %/an ; 3,6 %/an] avec une moyenne de 2,6%.

A titre d'approche complémentaire, il est également possible de considérer la croissance économique comme une variable aléatoire évoluant dans une fourchette [ 1,7 % ; 2,1 %] suivant une loi uniforme, de la même manière que les autres facteurs explicatifs.

Tableau A2-4 – Taux de croissance 2002 – 2025 du transport intérieur de marchandises  
(hypothèse de croissance du PIB comprise entre 1,7 % et 2,1 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gt.km par an*

Marchandises Transport intérieur	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
	Fourchette <sup>(1)</sup>	Moyenne
Transport routier	[1,2 ; 1,9]	1,6
Transport ferroviaire	[-0,2 ; 1,6] <sup>(2)</sup>	0,7 <sup>(2)</sup>
Marchandises tous modes	[1,2 ; 1,7]	1,4

(1) Probabilité de 10 % de se trouver en dehors de cette fourchette. Les points de la fourchette ne sont pas équiprobables : la probabilité est maximum au voisinage de la valeur moyenne.

(2) Compte tenu d'un trafic réalisé de 41 Gt.km en 2005, ces valeurs correspondent à une croissance annuelle moyenne sur la période 2005-2025 de 1,9 %/an avec une fourchette de [ 0,8 %/an ; 2,9 %/an].

### *Le transport fluvial*

L'actualisation des projections conduit aux résultats suivants :

- avec une hypothèse de croissance du PIB de 1,5 % par an, le trafic moyen s'établirait à 9,4 milliards de tonne-km hors projet Seine-Nord Europe (probabilité de 90 % de se situer entre 8,3 et 10,7 milliards de tonne-km).
- avec une hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % par an, le trafic moyen s'établirait à 10,0 milliards de tonne-km hors projet Seine-Nord Europe (probabilité de 90 % de se situer entre 8,8 et 11,3 milliards de tonne-km).
- avec une hypothèse de croissance du PIB de 2,3 % par an, le trafic moyen s'établirait à 12,1 milliards de tonne-km hors projet Seine-Nord Europe (probabilité de 90 % de se situer entre 10,7 et 13,7 milliards de tonne-km).
- avec une hypothèse de croissance du PIB comprise entre 1,7 % et 2,1 % par an, le trafic moyen s'établirait à 10,1 milliards de tonne-km hors projet Seine-Nord Europe (probabilité de 90 % de se situer entre 9,0 et 12,2 milliards de tonne-km)<sup>12</sup>.
- la prise en compte du projet Seine-Nord Europe conduit à majorer de 4,3 milliards de tonne-km le niveau de transport moyen par voie navigable en 2025, portant ce niveau à 14,3 milliards de tonne-km<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Dans ce cas, la fourchette basse est supérieure à celle du scénario central car l'intervalle de confiance à 90 % est choisi de façon à minimiser la largeur totale de la fourchette.

<sup>13</sup> Les niveaux correspondant aux autres scénarios n'ont pas été calculés. Les incertitudes sur la charge du nouveau canal dépendent moins de la croissance économique que de l'évolution de certains marchés dans le Nord de la France : lieux d'approvisionnement en matériaux de construction, filière des biocarburants, conteneurs, entrepôts logistiques.

### Annexe 3 : Corrélations des projections 2002-2025 des différents modes de transport

Certaines approches (analyses de risques, ...) nécessitent de prendre en compte simultanément les incertitudes sur les croissances des trafics des différents modes de transport. Il est alors impératif de tenir compte des corrélations existantes entre les évolutions des différents types de trafics : en effet, il est fréquent qu'une même variable explicative influence plusieurs modes à la fois (par exemple, un prix du pétrole élevé entraîne une baisse des trafics routiers ainsi qu'une hausse des trafics ferroviaires) et il existe donc des corrélations entre les résultats de trafic tels qu'ils ressortent des simulations numériques.

En première approche, les distributions de probabilité des croissances des trafics 2002-2025 des différents modes à l'horizon 2025 peuvent être assimilées à des lois normales<sup>14</sup>, dont les moyennes et les écarts-types figurent dans les tableaux A3-1 et A3-2.

Tableau A3-1 – Paramètres des distributions de probabilité du transport intérieur interurbain de voyageurs (hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gvoy.km par an*

Voyageurs interurbains Transport intérieur	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
	Moyenne	Ecart-type
Réseau routier national <sup>(1)</sup>	1,8	0,2
Fer (réseau national hors IdF)	2,0	0,2
Aérien (intérieur)	1,0	0,4
Voyageurs tous modes	1,8	0,1

(1) Réseau routier national dans sa configuration de 2002 complété par les nouvelles infrastructures.

Tableau A3-2 – Paramètres des distributions de probabilité du transport intérieur de marchandises (hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

*En % des Gt.km par an*

Marchandises Transport intérieur	Croissance annuelle moyenne 2002-2025	
	Moyenne	Ecart-type
Transport routier	1,5	0,1
Transport ferroviaire	0,7	0,5
Marchandises tous modes	1,4	0,1

<sup>14</sup> Les distributions de probabilité des croissances annuelles moyennes des trafics résultent de la combinaison des distributions de probabilité des différents facteurs explicatifs. La distribution de probabilité de trafic résultante tend vers une loi normale lorsqu'un grand nombre de variables explicatives intervient, même si ces derniers ne suivent pas une loi normale.

La matrice de corrélation des différents trafics figure dans le tableau A3-3.

Tableau A3-3 – Matrice de corrélation des croissances annuelles moyennes des transports intérieurs (hypothèse de croissance du PIB de 1,9 % sur la période 2002-2025)

		Voyageurs				Marchandises		
		Réseau routier national <sup>(1)</sup>	Fer (réseau national hors IdF)	Aérien (intérieur)	Voyageurs tous modes	Transport routier	Transport ferroviaire	Marchandises tous modes
Voyageurs	Réseau routier national <sup>(1)</sup>	1,0	-0,7	0,6	1,0	0,5	-0,3	0,5
	Fer (réseau national hors IdF)	-0,7	1,0	-0,8	-0,5	-0,3	0,2	-0,4
	Aérien (intérieur)	0,6	-0,8	1,0	0,6	0,4	-0,3	0,5
	Voyageurs tous modes	1,0	-0,5	0,6	1,0	0,5	-0,3	0,5
Marchandises	Transport routier	0,5	-0,3	0,4	0,5	1,0	-0,9	0,9
	Transport ferroviaire	-0,3	0,2	-0,3	-0,3	-0,9	1,0	-0,6
	Marchandises tous modes	0,5	-0,4	0,5	0,5	0,9	-0,6	1,0

(1) Réseau routier national dans sa configuration de 2002 complété par les nouvelles infrastructures.



## Annexe 4 : Sensibilité des prévisions de trafics et d'émissions de GES en 2025 à une variation de 1 % des principales variables explicatives

Cette annexe présente les impacts sur les niveaux de trafic et les émissions de GES en 2025 d'une variation de 1 % en niveau des principales variables explicatives à ce même horizon. Cette étude de sensibilité est réalisée en variation autour des valeurs moyennes présentées dans la note d'actualisation des projections 2025.

L'impact final, sur le trafic d'un mode, de l'augmentation de 1 % d'un facteur, toutes choses égales par ailleurs, résulte d'un enchaînement comprenant des effets directs mais aussi des effets sur les autres variables qui agissent indirectement sur le trafic, et des effets croisés de reports entre modes.

Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau A4-1 – Impacts sur le trafic de voyageurs à l'horizon 2025 d'une variation de 1 % du niveau de certains facteurs explicatifs en 2025.

*En % des Gvoy.km en 2025*

Impacts sur le transport de voyageurs en 2025	Réseau routier national	Fer (réseau national hors IdF)	Voyageurs tous modes
CFM	1.13%	0.46%	1.00%
Prix de l'énergie*	-0.11%	0.08%	-0.08%
Réalisation des infrastructures routières	0.08%	-0.03%	0.06%
Réalisation des infrastructures ferroviaires	-0.01%	0.18%	0.02%
Prix du transport ferroviaire de voyageurs	0.04%	-0.66%	-0.07%
Parc VP	0.71%	0.00%	0.56%
Consommations unitaires des VP neufs	-0.22%	0.12%	-0.16%

\*Prix de l'énergie en \$ par baril de pétrole brut, incluant une éventuelle taxe carbone (cf. Annexe1).

Tableau A4-2 – Impacts sur le trafic de marchandises à l’horizon 2025 d’une variation de 1 % du niveau de certains facteurs explicatifs en 2025.

*En % des G.tkm en 2025*

Impacts sur le trafic de marchandises en 2025	Transport routier	Transport ferroviaire	Marchandises tous modes
PIB	1.71%	1.62%	1.7%
Prix de l’énergie*	-0.06%	0.14%	0.0%
Réalisation des infrastructures routières	0.19%	-0.35%	0.1%
Prix TRM hors énergie	-0.33%	1.07%	-0.1%
Prix fret ferroviaire hors énergie	0.05%	-0.65%	0.0%

\*Prix de l’énergie en \$ par baril de pétrole brut, incluant une éventuelle taxe carbone (cf. Annexe1).

Tableau A4-3 – Impacts sur les émissions de GES à l’horizon 2025 d’une variation de 1 % du niveau de certains facteurs explicatifs en 2025.

*En % des MteqCO<sub>2</sub>*

Impacts sur les émissions en 2025	Total secteur des transports	Transport routier	Véhicules légers	Poids lourds
PIB/CFM	1.10%	1.20%	0.93%	1.80%
Prix de l’énergie*	-0.09%	-0.15%	-0.19%	-0.07%
Réalisation des infrastructures routières	0.07%	0.08%	0.04%	0.19%
Prix du transport ferroviaire de voyageurs	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
Vitesse moyenne de circulation VP	0.18%	0.21%	0.29%	0.00%
Parc VP	0.20%	0.22%	0.31%	0.00%
Prix TRM hors énergie	-0.09%	-0.11%	0.00%	-0.32%
Prix fret ferroviaire hors énergie	0.01%	0.02%	0.00%	0.05%
Consommations unitaires des VP neufs	0.31%	0.38%	0.54%	0.00%

\*Prix de l’énergie en \$ par baril de pétrole brut, incluant une éventuelle taxe carbone (cf. Annexe1).