

# WORKING PAPER

# 5-04

**Une nouvelle  
version du modèle  
HERMES**

**Een nieuwe versie  
van het HERMES-  
model**



**Federaal Planbureau**  
Economische analyses en vooruitzichten  
**Bureau fédéral du Plan**  
Analyses et prévisions économiques

Kunstlaan 47-49  
Avenue des Arts 47-49  
B-1000 Brussel-Bruxelles  
Tel.: (02)507.73.11  
Fax: (02)507.73.73  
E-mail: [contact@plan.be](mailto:contact@plan.be)  
URL: <http://www.plan.be>

F. Bossier, I. Bracke, S. Gilis, F. Vanhorebeek

Février-Februari 2004



A large, stylized grey graphic of a wing or feather, composed of several curved lines and a series of parallel strokes, positioned behind the text.

**Une nouvelle  
version du modèle  
HERMES**

**Een nieuwe versie  
van het HERMES-  
model**

F. Bossier, I. Bracke, S. Gillis, F. Vanhorebeek

Février-Februari 2004





## 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](mailto: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.*

93 *Les comptes environnementaux en Belgique*  
Guy Vandille, Bruno Van Zeebroeck - Juin 2003

94 *Les charges administratives en Belgique pour l'année 2002*  
Aurélie Joos, Chantal Kegels - Janvier 2004

Working Papers (les derniers numéros)

3-04 *Guide des instruments économiques à mettre en œuvre dans le cadre des politiques climatiques domestique et internationale - Leur rôle dans une stratégie climatique en Belgique*  
W. van Ierland - Janvier 2004

4-04 *Indicateurs pour un développement durable: aspects méthodologiques et développements en cours*  
N. Zuinen - Février 2004

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

Editeur responsable: Henri Bogaert  
Dépôt légal: D/2004/7433/6

---



## Federaal Planbureau

Het Federaal Planbureau (FPB) is een instelling van openbaar nut.

Het FPB voert beleidsrelevant onderzoek uit op economisch, sociaal-economisch vlak en op het vlak van leefmilieu.

Hiertoe verzamelt en analyseert het FPB gegevens, onderzoekt het aanneembare toekomstscenario's, identificeert het alternatieven, beoordeelt het de gevolgen van beleidsbeslissingen en formuleert het voorstellen.

Het stelt zijn wetenschappelijke expertise onder meer ter beschikking van de regering, het Parlement, de sociale gesprekspartners, nationale en internationale instellingen.

Het FPB zorgt voor een ruime verspreiding van zijn werkzaamheden. De resultaten van zijn onderzoek worden ter kennis gebracht van de gemeenschap en dragen zo bij tot het democratisch debat.

## Internet

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

E-mail: [contact@plan.be](mailto:contact@plan.be)

## Publicaties

Terugkerende publicaties:

*De economische vooruitzichten*  
*De economische begroting*  
*De "Short Term Update"*

Planning Papers (de laatste nummers)

*Het doel van de "Planning Papers" is de analyse- en onderzoekswerkzaamheden van het Federaal Planbureau te verspreiden.*

93 *De Belgische Milieurekeningen*  
Guy Vandille, Bruno Van Zeebroeck - Juni 2003

94 *De administratieve lasten in België voor het jaar 2002*  
Aurélie Joos, Chantal Kegels - Januari 2004

Working Papers (de laatste nummers)

3-04 *Een handleiding over economische instrumenten voor het binnenlandse en internationale beleid rond klimaatverandering - Welke rol kunnen ze spelen in een Belgische strategie rond klimaatverandering?*  
W. van Ierland - Januari 2004

4-04 *Indicateurs pour un développement durable: aspects méthodologiques et développements en cours*  
N. Zuinen - Februari 2004

Overname wordt toegestaan, behalve voor handelsdoeleinden, mits bronvermelding.

Verantwoordelijke uitgever: Henri Bogaert

Wettelijk Depot: D/2004/7433/6

---



## Table des Matières - Inhoudstafel

I	Introduction	1
II	Algemene omschrijving van het model	3
III	Modélisation dans les branches “transports et communications” du modèle HERMES III	7
	A. Les blocs production et demande de facteurs	7
	1. Principe de base	7
	2. Modélisation du niveau KLEM	8
	B. Energy consumptions and GHG emissions of transports and communication branches	15
	1. Disaggregation of factor E	15
	2. Désagrégation des carburants	17
	3. Calculation of the transport emissions	18
	C. The consumption allocation module	19
	1. Long run equilibrium	19
	2. An error correction mechanism	20
	3. Estimation results	21
IV	Basissimulatie en variantanalyse	23
	A. Kenmerken van de basissimulatie	23
	1. Internationale omgeving	23
	2. Macro-economische en sectorale evoluties	24
	3. Energie-eindverbruik en broeikasgasemissies in de basissimulatie	27
	B. Variantanalyse	34
	1. Variant 1: olieprijschok	34
	2. Variant 2: hogere accijnzen op benzine en diesel	40
	3. Variant 3: bijkomende spoorinvesteringen	44







## Introduction

Le modèle HERMES II qui avait fait l'objet d'une présentation approfondie dans le Working Paper 5-00 de juillet 2000<sup>1</sup>, comporte une subdivision sectorielle répartissant l'activité économique entre 13 branches d'activité (dont 3 branches pour l'industrie manufacturière, 1 branche transports et communications et 4 branches pour les services marchands).

Dans la nouvelle version d'HERMES (version III), dont les travaux ont débuté en janvier 2003, le nombre de branches d'activité est porté à 16. Le réaménagement du modèle a en effet porté sur la désagrégation de la branche transports et communication, qui a été subdivisée en 4 dans le modèle principal<sup>2</sup> (transports ferroviaires, transports urbains et routiers, transports par eau et aériens, services auxiliaires de transports et communications).

Le module d'allocation de la consommation privée a également fait l'objet d'un réaménagement afin de mieux cerner la demande en services de transports.

Ce travail a été réalisé en appui à et en partie financé par la convention "Activités de support à la politique fédérale de mobilité et transports" établie avec le SPF "Mobilité et Transport"<sup>3</sup>; il ne doit cependant pas être confondu avec le processus de réalisation par le BfP d'un modèle détaillé de projection des transports qui génère, entre autres, les flux modaux de transports entre les différentes zones géographiques du territoire national.

La désagrégation de la branche "Transports et communication" du modèle HERMES qui a été réalisée permet d'affiner les analyses relatives aux évolutions à moyen terme de la production, de l'emploi, de la consommation d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur et à l'impact de chocs sur ces évolutions. Il est important de remarquer que la dimension macroéconomique du modèle HERMES reste prépondérante au niveau de l'impact simulé de ces chocs, notamment par rapport aux effets de substitution entre modes de transport que des politiques ciblées sur certains modes de transport induisent.

La note est subdivisée comme suit.

Une première partie (section II) rappelle les principales caractéristiques du modèle HERMES. La section III est consacrée à la modélisation des nouvelles branches transports et communication (modélisation du bloc production, livraisons à la demande finale, modélisation de la demande d'énergie,...). La section IV est consacrée à la présentation d'une projection de référence réalisée avec la nouvelle

1. Bossier, F., Bracke, I., Stockman, P., Vanhorebeek, F.: A description of the HERMES II model for Belgium, Bureau fédéral du Plan, Working Paper 5-00, juillet 2000.
2. Le nombre de branches transport-communication est porté à six dans un module spécifique (hors modèle principal).
3. Convention: "Activité de support à la politique fédérale de mobilité et transports" établie entre le SPF Mobilité et Transports et le Bureau fédéral du Plan, décembre 2002.

version du modèle; nous présentons également plusieurs exercices en variantes, destinés à mettre en évidence les propriétés dynamiques du nouveau modèle.



## Algemene omschrijving van het model

HERMES is het macro-sectorale model dat door het FPB gebruikt wordt voor korte- en middellangetermijnanalyses op nationaal vlak. De simulatieperiode varieert al naargelang van de oefening van 1 tot 12 jaar. Het model sluit aan bij de traditie van de econometrische jaarmodellen, die gebaseerd zijn op tijdreeksanalyse. Door het gedesaggregeerde karakter van het model kunnen verschuivingen tussen de sectoren worden beschreven en de verschillende effecten van maatregelen of externe schokken op de afzonderlijke bedrijfstakken tot uiting komen. Het is een hoofdzakelijk vraagbepaald model, al spelen ook aanbodaspecten een belangrijke rol. Zo wordt de activiteit van de bedrijfstakken vooral door de vraagzijde bepaald, maar bij de vraag naar productiefactoren worden ook neoklassieke aanbodelementen toegevoegd ter bepaling van de marginale technische coëfficiënten, de productiecapaciteiten en de investeringen. Ook bij de uitvoeractiviteit spelen aanbodeffecten een rol.

De nieuwe modelversie bestaat uit ruim 4 300 vergelijkingen en 670 exogenen. De omvang heeft enerzijds te maken met de graad van desaggregatie in uiteenlopende domeinen (zie figuur 1 en tabel 2) en anderzijds met de aanwezigheid van niet-econometrische vergelijkingen (identiteiten, technische vergelijkingen en tussen-definities). Het model bevat ongeveer 460 regressievergelijkingen. Meestal wordt bij de regressie-analyse van de tijdreeksen gebruik gemaakt van foutencorrectiemechanismen.

Op het vlak van de institutionele sectoren maakt HERMES het onderscheid tussen 5 agenten: huishoudens, izw's, ondernemingen, overheid en het buitenland. Het economische proces in de privésector wordt nu beschreven op het detailniveau van 14 bedrijfstakken. De traditionele bedrijfstak Vervoer en communicatie is het aggregaat geworden van 4 apart gemodelleerde activiteiten, m.n. vervoer per spoor, stads- en wegvervoer, vervoer over water en luchtvaart en, ten slotte, vervoersondersteunende activiteiten en communicatie (zie tabel 1).

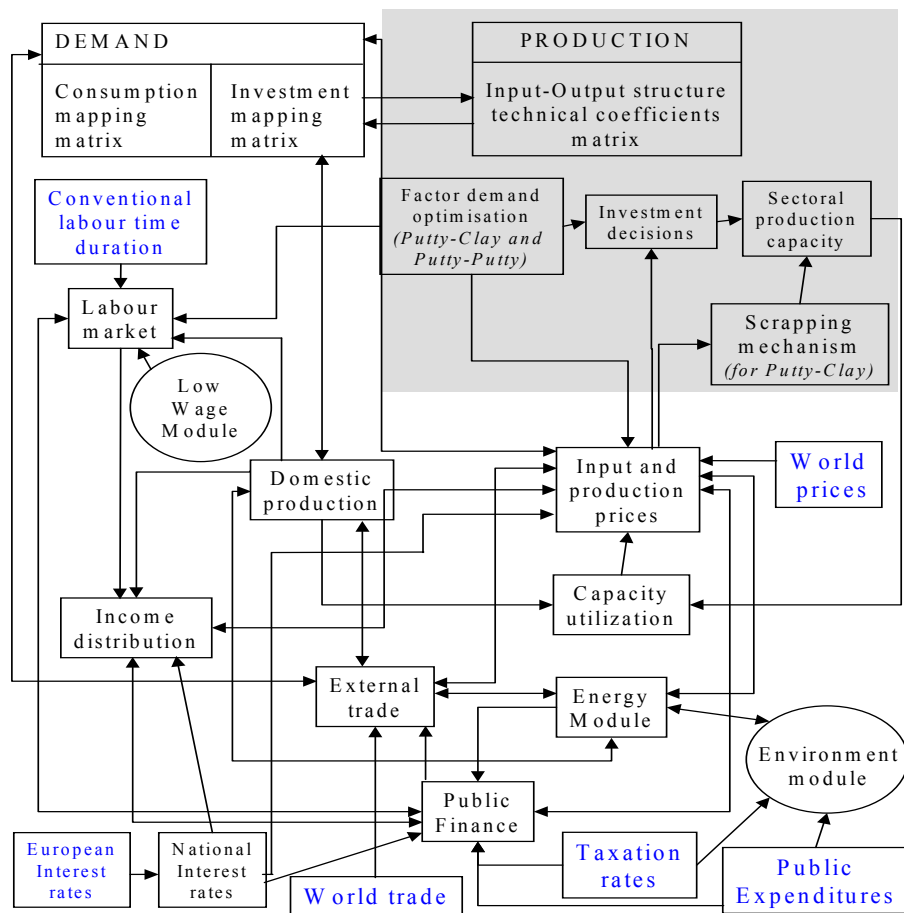
**TABEL 1 - Omschrijving van de nieuwe bedrijfstakken**

Naam	NACE-BEL-omschrijving	NACE-BEL-code
Vervoer per spoor - Transports ferroviaires	Vervoer per spoor - Transports ferroviaires	60.1
Stads- en wegvervoer - Transports urbains et routiers	Stadsvervoer en wegvervoer / Vervoer via pijpleidingen - Transports urbains et routiers / Transports par conduites	60.2 / 60.3
Vervoer over water en luchtvaart - Transports par eau et aériens	Vervoer over water / Luchtvaart - Transports par eau / Transports aériens	61 / 62
Vervoersondersteunende activiteiten en communicatie - Services auxiliaires des transports et communications	Vervoersondersteunende activiteiten / Post en telecommunicatie - Services auxiliaires des transports / Postes et télécommunications	63 / 64

Daarnaast worden 15 consumptiecategorieën onderscheiden, waarvan er enkele nog verder zijn opgesplitst. Eén van die categorieën is de consumptie van vervoersdiensten, waarvoor in de nieuwe modelversie 3 subcategorieën zijn gemodelleerd: reizigersvervoer per trein, tram en metro, reizigersvervoer over de weg en overige vervoersdiensten. De samenstelling van het globale consumptiepakket hangt af van de verschillende directe en kruiselingse prijs- en inkomenselasticiteiten. Verder onderscheidt het model 4 soorten van productiefactoren en 8 soorten van energieproducten. Technologische vooruitgang zit exogeen vervat in de productiefuncties.

De ontwikkelingen binnen - en de interacties tussen - de verschillende institutionale sectoren en de bedrijfstakken zijn uitgebreid gemodelleerd, waarbij tevens gebruik wordt gemaakt van de meest recente input-outputgegevens (momenteel 1995). De onderlinge samenhang heeft ondermeer te maken met het intermediair verbruik, want elke bedrijfstak heeft intermediaire inputs nodig, geleverd door de tak zelf en andere bedrijfstakken. Idem voor de finale bestedingen, zoals de particuliere consumptie en de ondernemingsinvesteringen. Door aggregatie van de verschillende resultaten van de sectoren of bedrijfstakken, krijgen we een beeld van de prestaties van de Belgische economie op macro-economisch vlak.

**FIGURE 1 - A flowchart of HERMES**



**TABLE 2 - Main characteristics and subdivisions of HERMES III**

<b>General characteristics</b>	
- 4300 equations (of which 460 behavioural equations)	
- 670 exogeneous variables	
- 4 production factors: labour, capital, energy, other intermediary goods and services	
- 16 branches	
- 15 main consumption categories, 24 in total	
- 8 energy products	
<b>Branches</b>	<b>Consumption categories</b>
Agriculture	Food, drinks and tobacco
Energy	- food
Intermediary goods	- non-alcoholic beverages
Equipment goods	- alcoholic beverages
Consumption goods	- tobacco
Construction	Clothing and footwear
Railroad transport ( <i>new</i> )	Gross rent
Urban and road transport ( <i>new</i> )	Fuel for heating
Water and air transport ( <i>new</i> )	- coal
Auxiliary transport activities and communication ( <i>new</i> )	- petroleum products
Trade, lodging and catering services	- gas
Credit and insurance	Power
Health care	Domestic services
Other market services to households and firms	Furniture and household equipment
General government services	Personal transport equipment
Other non-market services	Operation of personal transport equipment
	- petrol
	- diesel
	- other
	Transport services
	- passenger transp. by train, tram and underground ( <i>new</i> )
	- passenger transport by road ( <i>new</i> )
	- other transport services ( <i>new</i> )
	Communication services
	Medical care and health service
	Recreation, education, culture
	Other goods and services
	Tourism abroad
<b>Energy products and environment</b>	<b>Institutional sectors</b>
- Coal	- Households
- Coke	- Non-profit institutions serving households (NPISH)
- Crude oil	- Corporate enterprises
- Petroleum products	. Non-financial corporate enterprises
- Natural gas and derived gasses	. Credit institutions and insurance enterprises
- Electricity	- General government
- Renewables	. Federal government
	. Regions and Communities
	. Local authorities
	. Social security fund
GHG emissions: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFC, PFC and SF <sub>6</sub>	- Rest of the world





## Modélisation dans les branches “transports et communications” du modèle HERMES III

### A. Les blocs production et demande de facteurs

#### 1. Principe de base

Tout comme dans les autres branches d'activité d'HERMES, le bloc production et demande de facteurs des branches transport et communication adopte une structure en arborescence de fonctions de production emboîtées.

Schématiquement, on peut décrire celle-ci comme suit (voir aussi graphique 2).

On part d'une structure de production de type KLEM, dans laquelle l'output ( $Y$ ) est réparti entre quatre facteurs de production: le capital ( $K$ ), le travail ( $L$ ), l'énergie ( $E$ ) et les autres inputs non énergétiques ( $M$ ). A ce niveau supérieur de la structure, la branche minimise son coût total de production en combinant de manière optimale l'agrégat capital-énergie et l'agrégat travail-autres inputs. Dans un second stade, on détermine la demande pour chaque input individuel à l'intérieur de chaque classe agrégée, soit respectivement  $K$  et  $E$  d'une part et  $L$  et  $M$  d'autre part (voir point b ci-après).

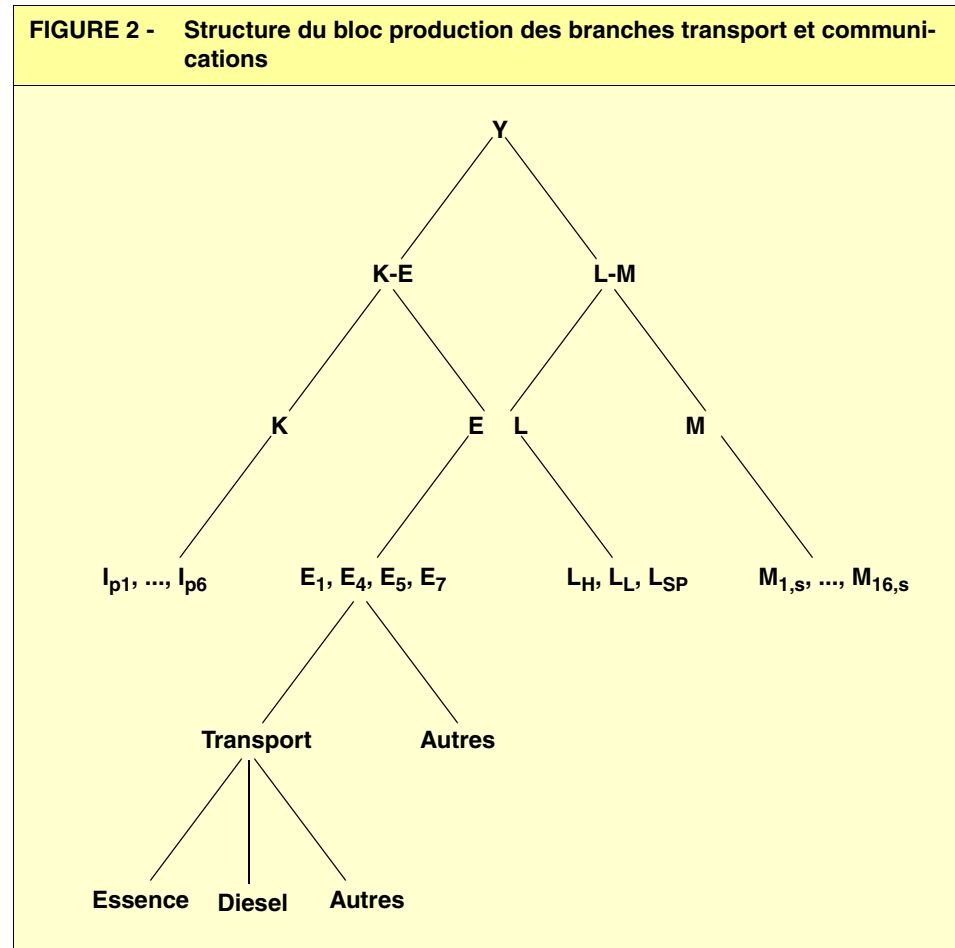
Tout comme dans la plupart des modèles macroéconomiques contemporains, cette structure de production est décrite par un emboîtement de fonctions CES, selon une méthodologie décrite dans le point b ci-après.

Une fois cette première modélisation réalisée et les inputs KLEM agrégés calculés, on passe aux niveaux inférieurs de la structure: la demande totale d'énergie est distribuée entre les différents groupes de produits énergétiques (combustibles solides:  $E_1$ ; combustibles liquides:  $E_4$ ; gaz:  $E_5$ ; électricité:  $E_7$ ), cette répartition étant réalisée en recourant à des fonctions translog; la demande de travail est éclatée en trois catégories (hauts salaires:  $L_H$ , bas salaires:  $L_L$  et emplois spéciaux:  $L_{SP}$ ); la demande de capital fait l'objet d'une désagrégation en six produits ( $I_{p1}$ : produits agricoles;  $I_{p2}$ : machines;  $I_{p3}$ : matériel de transport;  $I_{p4}$ : logements;  $I_{p5}$ : autres constructions;  $I_{p6}$ : autres produits, y compris softwares). Enfin, la consommation intermédiaire non énergétique peut être adressée aux différentes branches composant le modèle (les  $M_{ss}$ ).

En ce qui concerne les produits énergétiques, on notera que d'autres niveaux de modélisation sont prévus pour les produits pétroliers.

La demande en produits pétroliers fait tout d'abord l'objet d'une subdivision selon l'usage spécifique du produit (chauffage ou transport). la demande en carburant est ensuite subdivisée entre trois produits (selon la branche considérée): essence, gasoil et carburéacteurs.

Le point 2 ci-après décrit de manière plus détaillée la modélisation du niveau KLEM.



## 2. Modélisation du niveau KLEM

### a. Le Choix d'une fonction de production

Selon Shoven et Whalley<sup>1</sup>, le choix de la fonction de production doit respecter deux types de contraintes:

- Les formes fonctionnelles doivent être cohérentes avec le cadre théorique sous-jacent; par exemple, les fonctions de demande doivent être continues et homogènes de degré 1 pour avoir des rendements d'échelle constants.
- La forme doit offrir une maniabilité analytique maximale, notamment en vue de la phase de détermination des élasticités et de calibrage.

1. Shoven J.B., Whalley J. (1992), *Applying General Equilibrium*, Cambridge University Press.



Cette double contrainte explique le recours quasi universel dans les modèles économétriques aux fonctions telles que les CD (Cobb-Douglas), les CES (Constant Elasticity of Substitution), les Leontieff, ou les Translog (Transcendental logarithmic). Ces fonctions de production se distinguent par les hypothèses qu'elles imposent.

Pour le secteur "transport et communication", la fonction de production choisie est de type CES. La raison principale de ce choix est la souplesse de ce type de fonction. Il est en effet possible, avec une CES, de représenter d'autres fonctions de production. Prenons par exemple la fonction CES suivante:

$$Y = \gamma[\delta \cdot L^{\rho} + (1 - \delta) \cdot K^{\rho}]^{1/\rho} \quad (1)$$

L'élasticité de substitution entre les deux facteurs de production K et L est donnée par:

$$1/(1 - \rho) \quad (2)$$

Le coefficient d'élasticité de substitution permet donc de représenter plusieurs fonctions suivant les valeurs qu'il prend:

- Si le coefficient  $\rho$  tend vers 0, l'élasticité de substitution tend vers 1 et l'on obtient ainsi une fonction CD.
- Si le coefficient  $\rho$  tend vers 1, l'élasticité de substitution sera infinie et les facteurs seront donc des substituts parfaits.
- Si le coefficient  $\rho$  tend vers l'infini, l'élasticité tend alors vers zéro et la fonction devient une Leontief.

## b. La structure du bloc production

Comme décrit dans l'introduction, le bloc production et la demande de facteurs pour la branche transport et communication vont adopter une structure en grappe. Pour cela, des fonctions CES imbriquées vont être estimées. L'emboîtement de ces fonctions doit être, selon Bréchet<sup>1</sup>, dicté par trois considérations:

- mettre en évidence les élasticités factorielles les plus sensibles,
- avoir une base de comparaison avec les élasticités disponibles dans la littérature économique,
- pouvoir tenir compte des spécificités technologiques.

Dans le cadre du modèle HERMES<sup>2</sup>, le choix s'est porté sur une modélisation avec quatre facteurs de production. Outre les deux facteurs traditionnels "travail" (L) et "capital" (K), les facteurs "énergie" (E) et "inputs intermédiaires" (M) ont aussi été pris en compte. La raison de ce choix est l'influence des fluctuations des coûts de l'énergie et des inputs intermédiaires sur les facteurs de production traditionnels. Il était en effet approprié de prendre ce phénomène en compte dans HERMES par des fonctions de production à quatre facteurs. Ce choix se base sur des spéci-

---

1. Bréchet Th. (1999), "Spot, modèle d'équilibre général appliqué à l'économie belge", Bureau fédéral du Plan, Working Paper 5-99, juillet 1999.  
 2. Commission of the European Communities (1993), *Hermes: Harmonised Econometric Research for Modelling Economic Systems*, North Holland.

fications décrites par Mukerji ou Sato<sup>1</sup>. Dans la spécification de Sato, la méthode d'estimation consiste à d'abord grouper les facteurs deux par deux pour créer deux facteurs "composites" qui, combinés à une fonction de production, déterminent le niveau d'output. C'est cette dernière approche qui sera adoptée.

Se pose ensuite la question du groupement des facteurs. Ce choix ne peut être arbitraire; il doit, en effet, être dicté par des tests de séparabilité qui sont appliqués en utilisant des fonctions de coûts Translog<sup>2</sup>. Malgré la fragilité de ces tests, il apparaît que les groupements les plus significatifs sont ceux du capital avec l'énergie et du travail avec les inputs intermédiaires.

Finalement, il résulte des choix décrits précédemment une fonction de production CES qui décomposera la valeur ajoutée de la branche en deux agrégats. Chaque agrégat est lui-même le résultat d'une fonction de production CES à deux facteurs. La structure du bloc production se composera donc d'une fonction CES au niveau agrégé et de deux fonctions CES au niveau désagrégé.

Cette structure permet à l'élasticité de substitution entre le capital et l'énergie, qui font tout deux partie du premier agrégat, d'être différente de l'élasticité entre le capital et le travail. Par contre, la structure choisie implique une élasticité de substitution identique entre les facteurs capital-travail et entre les facteurs capital-inputs intermédiaires (travail et inputs intermédiaires font partie du deuxième agrégat).

On peut déjà imaginer les implications que ce choix aura sur les réactions du modèle. Un choc affectant le capital aura, par exemple, le même effet sur le travail que sur les inputs intermédiaires tandis que l'influence sur l'énergie sera différente.

### c. Dérivation des demandes de facteurs

Le problème de minimisation se définit comme suit: il faut minimiser le coût d'un niveau de production donné (c'est à dire  $Y$  est fixé) en choisissant la quantité appropriée de chaque facteur de production sous la contrainte des fonctions de production aux différents niveaux. Cela peut s'écrire de la façon suivante:

min:

$$p_K \cdot K + p_E \cdot E + p_L \cdot L + p_M \cdot M \quad (3)$$

Sous les contraintes:

$$\bar{Y} = A \cdot e^{z_1 \cdot t + z_2 \cdot t^2} \cdot [a_{KE} \cdot KE^\delta + a_{LM} \cdot LM^\delta]^{1/\delta} \quad (4)$$

$$\bar{KE} = B \cdot [a_K \cdot K^\theta + a_E \cdot E^\theta]^{1/\theta} \quad (5)$$

$$\bar{LM} = C \cdot [a_L \cdot L^\gamma + a_E \cdot E^\gamma]^{1/\gamma} \quad (6)$$

1. Mukerji, V. (1963) A generalised SMAC function with constant ratios of elasticity of substitution, *Review of Economic Studies*; Sato, K. (1967), A two-level constant elasticity of substitution production function, *Review of Economic Studies*, No. 55.
2. Christensen, L.A., Jorgensen, D.W., Lau, L.J., (1971), Conjugate duality and the transcendental logarithmic production function, *Economica*, 39, No. 4.

où:

$Y$  est la valeur ajoutée du secteur

$XX$  est la demande de l'agrégat  $XX$

$X$  est la demande du facteur  $X$

$A, B$  et  $C$  sont les paramètres d'échelle

$e^{z_1 + z_2 \cdot t^2}$  est le trend temporel

$P_{XX}$  est le prix de l'agrégat  $XX$

$P_X$  est le prix du facteur  $X$

$a_{XX}$  est la part de l'agrégat  $XX$  dans le coût total

$a_X$  est la part du facteur  $X$  dans le coût de l'agrégat  $XX$

$\delta(-\theta, -\gamma)$  est le coefficient représentant l'élasticité entre les deux agrégats  
(- entre le capital et l'énergie, - entre le travail et les inputs intermédiaires)

Après minimisation sous contrainte par la technique du Lagrangien, on aboutit aux fonctions de demandes de facteurs suivantes:

$$K = \frac{\bar{Y}}{A.e^{z_1 + z_2 \cdot t^2}} \cdot \left( \frac{p_K}{a_K} \right)^{1/\theta-1} \cdot W^{-1/\theta} \cdot \left[ a_{KE} \cdot B^\delta + \frac{p_{LM}^{\delta/\delta-1} \cdot a_{KE}^{\delta/\delta-1} \cdot B^{\delta^2/\delta-1}}{a_{LM}^{1/\delta-1} \cdot W^{(\theta-1) \cdot \delta/\theta \cdot (\delta-1)}} \right]^{-1/\delta} \quad (7)$$

$$E = \frac{\bar{Y}}{A.e^{z_1 + z_2 \cdot t^2}} \cdot \left( \frac{p_E}{a_E} \right)^{1/\theta-1} \cdot W^{-1/\theta} \cdot \left[ a_{KE} \cdot B^\delta + \frac{p_{LM}^{\delta/\delta-1} \cdot a_{KE}^{\delta/\delta-1} \cdot B^{\delta^2/\delta-1}}{a_{LM}^{1/\delta-1} \cdot W^{(\theta-1) \cdot \delta/\theta \cdot (\delta-1)}} \right]^{-1/\delta} \quad (8)$$

$$L = \frac{\bar{Y}}{A.e^{z_1 + z_2 \cdot t^2}} \cdot \left( \frac{p_L}{a_L} \right)^{1/\gamma-1} \cdot V^{-1/\gamma} \cdot \left[ a_{LM} \cdot C^\delta + \frac{p_{KE}^{\delta/\delta-1} \cdot a_{LM}^{\delta/\delta-1} \cdot C^{\delta^2/\delta-1}}{a_{KE}^{1/\delta-1} \cdot V^{(\gamma-1) \cdot \delta/\gamma \cdot (\delta-1)}} \right]^{-1/\delta} \quad (9)$$

$$M = \frac{\bar{Y}}{A.e^{z_1 + z_2 \cdot t^2}} \cdot \left( \frac{p_M}{a_M} \right)^{1/\gamma-1} \cdot V^{-1/\gamma} \cdot \left[ a_{LM} \cdot C^\delta + \frac{p_{KE}^{\delta/\delta-1} \cdot a_{LM}^{\delta/\delta-1} \cdot C^{\delta^2/\delta-1}}{a_{KE}^{1/\delta-1} \cdot V^{(\gamma-1) \cdot \delta/\gamma \cdot (\delta-1)}} \right]^{-1/\delta} \quad (10)$$

avec

$$W = \left( \frac{p_K^{\theta/\theta-1}}{a_K^{1/\theta-1}} + \frac{p_E^{\theta/\theta-1}}{a_E^{1/\theta-1}} \right) \quad (11)$$

et

$$V = \left( \frac{p_L^{\gamma/\gamma-1}}{a_L^{1/\gamma-1}} + \frac{p_M^{\gamma/\gamma-1}}{a_M^{1/\gamma-1}} \right) \quad (12)$$

#### d. Estimation de la demande de long terme

Au contraire des fonctions CD qui peuvent être linéarisées en prenant simplement le logarithme, les fonctions CES sont plus difficiles à estimer. Pour estimer les demandes de facteurs aussi précisément que possible, la méthode FIML (Full Information Maximum Likelihood) est utilisée avec les variables en logarithmes. FIML est un estimateur asymptotiquement efficient sous l'hypothèse que les termes d'erreurs suivent une loi normale multivariée<sup>1</sup>.

Les données se composent d'observations annuelles des quantités demandées des quatre facteurs de production ainsi que de leur prix respectif. La production totale est mesurée par la valeur ajoutée du secteur. L'échantillon commence en 1980 et se termine en 2001; il y a donc 22 observations à disposition. Etant donné le peu d'observations disponibles et le nombre de paramètres à estimer, il faut contraindre le modèle pour que les estimations convergent.

Dans une première estimation, la somme des parts de chaque agrégat dans la production totale est contrainte à l'unité. Il en est de même pour la part de chaque facteur au sein de l'agrégat qu'il compose. Cela permet d'estimer non pas six coefficients de répartition mais trois. Les coefficients d'échelle dans chaque agrégat (B et C) sont aussi fixés à un, tandis qu'au niveau des élasticités, seule l'élasticité de substitution entre les agrégats est imposée (égale à 1.1 pour tous les secteurs). Enfin, la part de chaque facteur (-agrégat) est fixée en fonction de son poids dans le coût de l'agrégat (-total).

Cette première estimation permet d'obtenir des valeurs pour les paramètres qui sont restés libres. Ces valeurs vont servir de valeurs de départ pour une seconde estimation dans laquelle certaines contraintes auront été supprimées afin d'avoir un maximum de paramètres estimés et non imposés. Les contraintes restantes portent sur la part du capital dans l'agrégat K-E, l'élasticité de substitution entre les agrégats et les coefficients d'échelle de chaque agrégat.

#### e. Résultats d'estimation

Le modèle converge pour les premières et secondes estimations. Les résultats obtenus<sup>2</sup> sont résumés dans le tableau ci-dessous.

**TABLEAU 3 - Estimations par FIML des paramètres de la demande de long-terme pour les facteurs KLEM**  
(les valeurs entre parenthèses représentent les tests en t)

Paramètres	A	$a_L$	$A_K$	$Z_1$	$Z_2$	$A_{KE}$	q	g
Transports urbains et routiers								
Estimations	3,48	0,57	0,42	0,71	-0,03	0,63	0,04	0,05
	(44,46)	(32,61)	0,42)	(3,32)	(-3,51)	(19,50)	(0,37)	(3,25)
Transports par eau et aérien								
Estimations	0,91	0,19	0,94	-0,07	0,003	0,32	-0,002	-0,08
	(7,04)	(3,33)	-	(-7,16)	(8,07)	(11,28)	(-0,07)	(-0,38)
Services auxiliaires des transports et communications								
Estimations	2,42	0,34	0,85	0,006	-0,0002	0,66	0,003	0,15
	(23,75)	(20,60)	-	(0,53)	(-0,59)	(18,53)	(0,05)	(2,41)

1. Cependant, FIML peut aussi être asymptotiquement efficient lorsque cette hypothèse ne tient pas. Voir White (1982) ou Gourieroux, Monfort et Trognon (1984).
2. Il s'agit des résultats relatifs aux branches: transports urbains et routiers, transports par eau et aérien, services auxiliaires des transports et communications.

## f. Estimation de la demande de court terme

Afin de modéliser les variations de court terme autour de la situation d'équilibre de long terme, un modèle à correction d'erreur est estimé sur base des résidus générés par les estimations ci-dessus. Les demandes de facteurs de court terme, estimées par la méthode des moindres carrés, comporteront comme variables explicatives: la variable endogène retardée, le prix du facteur concerné, les résidus de la régression de long terme ainsi que d'autres variables explicatives telles que le prix d'autres facteurs si ces variables sont significatives dans la régression. Il est à noter aussi que le modèle est estimé en différentiels de logarithmes<sup>1</sup>.

De plus, pour certaines régressions, les coefficients de correction d'erreurs se sont révélés trop petits (0,03 à 0,04), ce qui provoquait un ajustement trop lent de la demande de court terme vers son niveau d'équilibre. Afin de palier ce problème, ces coefficients ont été imposés à une valeur de 0,10. A titre d'exemple, les résultats d'estimation pour le secteur autres services de transport et communication sont repris dans le tableau 4.

**TABLEAU 4 - Résultat des estimations des relations de court terme du bloc production**  
(services auxiliaires de transports et communications)

<b>Capital</b>				
Variable endogène	R <sup>2</sup> : 0,87; DW=2,16			
Variables exogènes	K(-1)	P <sub>K</sub> (-1)	Resid(-1)	
Coefficient	0,94	-0,10	-0,04	
T-stat	[11,12]	[-]	[-2,58]	
<b>Energie</b>				
Variable endogène	R <sup>2</sup> : 0,43; DW=2,05			
Variables exogènes	E(-1)	P <sub>E</sub>	Resid(-3)	
Coefficient	0,50	-0,10	-0,10	
T-stat	[2,38]	[-0,96]	[-]	
<b>Travail</b>				
Variable endogène	R <sup>2</sup> : 0,34; DW=1,3			
Variables exogènes	L(-1)	P <sub>L</sub>	Resid(-1)	
Coefficient	0,24	-0,10	-0,10	
T-stat	[1,45]	[-]	[-]	
<b>Inputs intermédiaires</b>				
Variable endogène	R <sup>2</sup> : 0,70; DW=1,70			
Variables exogènes	M(-1)	P <sub>M</sub>	Y	Resid(-1)
Coefficient	0,15	-0,21	1,0	-0,1
T-stat	[1,28]	[-1,37]	[-]	[-]

1. Dans le but de ne pas être influencé par le bruit causé par certaines observations atypiques, il a été fait usage, dans de rares cas, de variables binaires censées annuler l'effet de ces observations.

### g. Élasticités-prix directes et croisées de long terme

Le tableau 5 fournit les élasticités-prix directes et croisées de long terme calculées pour trois branches de transport: la branche transport par eau et aérien, la branche services auxiliaires aux transports et communications et la branche transports urbains et routiers. Dans les deux premières branches présentées, les élasticités-prix directes sont proches de l'unité pour les facteurs travail et énergie et relativement plus faibles dans les deux autres cas. Pour la troisième branche, les valeurs des élasticités-prix directes sont plus convergentes (comprises entre 0,6 et 0,8). Les élasticités croisées sont toutes positives. Les modèles estimés identifient donc toujours des relations de substitution entre les facteurs. Les possibilités de substitution apparaissent toutefois comme très limitées dans certains cas (notamment pour la relation travail-énergie ou énergie-capital)<sup>1</sup>.

**TABLEAU 5 - Élasticités prix directes et croisées de la demande de facteurs: résultats pour deux branches (élasticités de long terme)**

Quantité	Prix	Transport par eau et aérien				Services auxiliaires aux transports et communications			
		Capital	Energie	Travail	Inputs interm.	Capital	Energie	Travail	Inputs interm.
Capital		-0,35	0,04	0,07	0,25	-0,66	0,06	0,19	0,41
Energie		0,64	-0,95	0,07	0,25	0,34	-0,9	0,19	0,41
Travail		0,57	0,03	-0,85	0,25	0,27	0,5	-0,90	0,59
Inputs intermédiaires		0,57	0,03	0,07	-0,66	0,27	0,5	0,27	-0,58

Quantité	Prix	Transport urbain et routier			
		Capital	Energie	Travail	Inputs interm.
Capital		-0,84	0,26	0,33	0,26
Energie		0,19	-0,77	0,33	0,26
Travail		0,13	0,19	-0,64	0,32
Inputs intermédiaires		0,13	0,19	0,40	-0,72

1. Les dernières estimations des fonctions de demande doivent encore faire l'objet d'une intégration dans la nouvelle version du modèle.

## B. Energy consumptions and GHG emissions of transports and communication branches

### 1. Disaggregation of factor E

#### a. Choice of the theoretical specification

We have seen that, for each branch, producer demand for energy is a weakly homothetically separable input in a general KLEM production function (see point III.A.2). Therefore, energy demand can be estimated independently from the demand for other inputs. Energy demand is described by a translog cost function, as proposed originally by Christensen *et al*<sup>1</sup>. Adding a trend variable, the translog specification is given by:

$$\ln PE_t = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln PE_{it} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln PE_{it} \ln PE_{jt} + \gamma t + \sum_i \gamma_i \ln PE_{it} \quad (13)$$

where  $PE_t$  is the price per unit of energy and  $PE_{it}$  is the price of energy product  $i$ . Assuming that the cost function is homogeneous of degree one in prices implies the following parameter restrictions:

$$\begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1 \\ \sum_i \beta_{ij} &= 0 \end{aligned} \quad (14)$$

To gain efficiency in estimation, the optimal, cost-minimising energy demand equations, transformed into cost share equations for each energy product, are estimated. The cost share equation of product  $i$  is given by:

$$M_{it} = \alpha_i + \sum_j \beta_{ij} \ln PE_{jt} + \gamma_i t \quad (15)$$

where  $\beta_{ij} = \beta_{ji}$ . The possible deviation of short-term demand from the long-term target suggests introducing a partial adjustment process of the form:

$$\Delta M_{it} = \lambda (\hat{M}_{it} - M_{i,t-1}) \quad (16)$$

where  $\hat{M}_{it}$  is the optimal level of the  $i$ th product share. Since the cost shares add up to 1, one equation is omitted to avoid problems of singularity. The remaining  $n-1$  equations are estimated using the method of seemingly unrelated regression (SUR).<sup>2</sup> See *e.g.* Berndt (1991, Ch. 9)<sup>3</sup> for a complete discussion of the estimation of

- 
1. Christensen, L., D. Jorgenson and L. Lau (1973), "Transcendental Logarithmic Production Frontiers", *The Review of Economics and Statistics*, 55 (1), 28-45.
  2. SUR estimation in IODE is not invariant to which equation is omitted, since that requires the first OLS estimation, which yields the residual covariances, to be done without restrictions. However, estimated parameter values differ only slightly when leaving out different equations. Moreover, a rule of thumb is applied to decide which equation to omit, so the best results are not selected *per se*.
  3. Berndt, Ernst R., *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary*, Addison-Wesley, Massachusetts, 1991.

translog share equations. The estimation results yield price elasticities, which are calculated on the basis of the estimated parameters and cost shares:

$$\begin{aligned}\eta_{ijt} &= \frac{\beta_{ij} + M_{it}M_{jt}}{M_{it}M_{jt}} \\ \eta_{iit} &= \frac{\beta_{ii} + M_{it}^2 - M_{it}}{M_{it}^2}\end{aligned}\quad (17)$$

The estimated production function is *positive* if the fitted cost shares are positive for all  $t$ . To minimize the chance of obtaining negative fitted cost shares, the equation with the largest average cost share is left out of the estimation of each set of equations, since this residually calculated cost share accumulates all possible estimation errors from the other estimated cost shares.

The estimated production function is *concave* if the own-price elasticities are negative for all  $t$ , as in Renou-Maissant (1999, p. 102)<sup>1</sup>. Alternative methods to verify concavity are described by Berndt and Wood (1975, p. 264)<sup>2</sup>: “concavity of the cost function is satisfied if the Hessian matrix based on the [...] parameter estimates, is negative semidefinite”, or by Berndt (1990)<sup>3</sup>: “for strict quasi-concavity, the  $n \times n$  matrix of substitution elasticities must be negative semidefinite at each observation.”

If concavity is not satisfied, *concavity restrictions* are imposed. These imply that the own-price elasticity is strictly negative, or, as implied by Equation (5), that the estimated parameter is strictly smaller than the difference between the fitted cost share and its square:

$$\beta_{ii} < \hat{M}_{it}(1 - \hat{M}_{it}). \quad (18)$$

Hence, in practice the value of restricted parameters is chosen to be the minimum over time of the bound implied by the elasticities minus an arbitrary small value (set to 0.001), since the parameter estimate has to be strictly smaller than this bound:

$$\tilde{\beta}_{ii} = \min_t \{ \hat{M}_{it}(1 - \hat{M}_{it}) - 0.001 \} \quad \forall t. \quad (19)$$

Concerning the sample period, the data cover the period 1970-2001. All series (cost shares and prices) are assumed to be stationary in levels, but possible difference stationarity is not tested for because the series are considered too short.

## b. Estimation results

First note that not all energy inputs are used by transport and communication branches (see Table 6). For example, solid fuels are only used by branch Z\_56 (auxiliary transport activities and communication), when liquid fuels are used by all branches.

- 
1. Renou-Maissant, Patricia (1999), “Interfuel competition in the industrial sector of seven OECD countries”, *Energy Policy*, 27, 99-110.
  2. Berndt, E. and D. Wood (1975), “Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy”, *The Review of Economics and Statistics*, 57 (3), 259-268.
  3. Berndt, Ernst R., op. cit., p. 476.



**TABLE 6 - Energy products use in transport and communication branches**

	Solid fuels	Liquid fuels	Natural gas	Electricity
Railroad transport	N	Y	N	Y
Urban and road transport	N	Y	Y	Y
Water and air transport	N	Y	N	N
Auxiliary transport activ. and communication	Y	Y	Y	Y

From Table 6, we see that a translog estimation including four inputs is only done for sector Z\_56. For road transport, only three inputs are present. For railroad transport, only two inputs are present. Finally, water and air transport only uses one energy type. Therefore, no translog estimation has to be done for this last branch (the results come from the first level KLEM).

Sample mean price elasticities for every branch are presented in Table 7. Regarding the own-price elasticities, we see that all elasticities are negative and can be fairly high (which can be a consequence of a low share of the product concerned in the total energy cost). Cross-price elasticities generally display positive signs (which means that the two products can be substitutes. Some exceptions can be, however, noted (relation oil-electricity in sector Z\_56 for instance).

**TABLE 7 - Sample mean price elasticities**  
(long-term elasticities)

Product	Branche	Z_1	Z_2	Z_34	Z_56
Coal-coal		-	-		-10.0
Oil-oil		-3.30	-0.04	-1.08	-0.51
Gas-gas		-	-3.08		-10.0
Electricity-electricity		-0.05	-4.92		-1.45
Coal-oil		-	-		-0.08
Coal-gas		-	-		10.0
Coal-electricity		-	-		8.65
Oil-coal		-	-		-0.08
Oil-gas		-	1.46		20.0
Oil-electricity		0.40	0.61		-0.07
Gas-electricity		-	33.70		4.75

## 2. Désagrégation des carburants

Pour la désagrégation des dépenses en carburant entre les différents types de produits, il est également fait appel à un modèle TRANSLOG. On notera, toutefois, qu'un modèle TRANSLOG complet (à trois facteurs dans ce cas-ci) n'est estimé que pour la branche Z\_34. Dans les autres cas, le modèle se réduit à deux facteurs (le troisième facteur - kérosène - est négligeable: branches Z\_2 et Z\_56), ou encore se limite à un seul produit (cas du secteur Z\_1, qui ne consomme quasiment que du diesel). Les différentes élasticités-prix directes et croisées (calculées sur des parts moyennes) sont reprises dans le tableau 8.

**TABLEAU 8 - Élasticités-prix moyennes, modules carburant**  
(élasticités de long terme)

Produit	Branche	Z_1	Z_2	Z_34	Z_56
Essence-essence		-	-0,42	-2,62	-0,25
Diesel-diesel		-3,30	-0,03	-0,48	-0,02
Kérosène-kérosène		-	-	-1,38	-
Essence-diesel		-	0,12	-2,05	0,06
Essence-kérosène		-	-	2,05	-
Diesel-kérosène		-	-	1,10	-

### 3. Calculation of the transport emissions

The use of transport produces emissions of greenhouse gases through the combustion of energy. The relation between fuel consumption and emissions as it is introduced in the model is the following:

$$E = EF \times EEF$$

E = emission (ton/year);

EEF = emission explanation factor i.e. fuel combustion;

EF = emission factor (ton/unit);

The greenhouse gases produced by fuel combustion for transport are CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O. The other gases (HFC, PFC, SF<sub>6</sub>) are not emitted by fuel combustion for transport only by certain industrial processes.

CO<sub>2</sub> emission factors are based on the guidelines of IPCC<sup>1</sup>, see also table 9. The calculation of N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> emissions are based on implicit emission factors.

**TABLEAU 9 - CO<sub>2</sub> emission factors for transport.**

Energy product	CO <sub>2</sub> emission factor (ton/TeraJoule)
Motor spirit	68,6
Diesel oil	73,4

The evolution of the transport emissions is discussed in point A.3. of section IV.

1. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.

## C. The consumption allocation module<sup>1</sup>

This section describes how total aggregate consumption is allocated over its different components as a function of relative prices and total income. The starting point of our modelling strategy is the assumption that there exists a long run equilibrium, but that rigidities prevent immediate adjustment to this long run equilibrium.

In paragraph 1 a specification of the long run equilibrium is presented. Here we introduce the CBS version of an econometric allocation system, which explains quantities in terms of a scale effect and relative prices, and which allows us to impose the various restrictions derived from the theory of rational consumer behaviour in a rather flexible way. In paragraph 2 an ECM for our allocation problem is derived. Finally, the analytical framework is applied to a dataset consisting of disaggregated household consumption. The estimation results, in the form of overall short and long run income elasticities and overall compensated and uncompensated own price elasticities are presented in paragraph 3.

### 1. Long run equilibrium

Consider a representative economic agent who allocates his total available means between  $n$  commodities, and assume that the preference ordering of this agent satisfies the regular assumptions so that a set of differentiable demand functions exists<sup>2</sup>.

The CBS version in levels<sup>3</sup> of an econometric allocation system reads as follows

$$\ln y_{it} = \chi_i + \beta_i \ln Q_t + \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} \ln p_{jt} + v_{it}, \quad \text{for } i = 1, \dots, n \quad (20)$$

where  $\ln y_{it}$  is defined as

$$\ln y_{it} = w_{it} (\ln q_{it} - \ln Q_t) \quad (21)$$

with

- $q_i$ : quantity of commodity  $i$ ,
- $Q$ : real income,
- $p_j$ : price of commodity  $j$ ,
- $n$ : number of commodities,
- $w_i$ : the budget share of commodity  $i$ .

- 
1. The content of point 3 is based on Bracke and Meyermans, *Working Paper 3-97*, "Specification and estimation of an allocation system for private consumption in Europe", Belgian Federal Planning Bureau.
  2. The set of axioms of choice includes reflexivity, completeness, transitivity, continuity, nonsatiation, and convexity. See for example Barten and Böhm (1982), "Consumer theory", in Arrow and Intriligator (eds.), 1982, *Handbook of Mathematical Economics*, vol. 2, North-Holland Publishing Company, Amsterdam or Deaton and Muellbauer (1987), *Economics and Consumer Behaviour*, Cambridge University Press, Cambridge.
  3. The original CBS parametrization was derived in the context of a system in first differences, see Keller and Van Driel (1985), "Differentiable Consumer Demand Systems", *European Economic Review*, vol. 27, pp. 375-390. The levels version has been proposed by Barten (1989), "Towards a Levels Version of the Rotterdam and Related Demand Systems", in B. Cornet and H. Tulkens, eds., *Contributions to Operations Research and Economics: the Twentieth Anniversary of CORE*, The MIT Press, Cambridge, Mass., pp. 441-465.

Note that a subscript  $t$  has been added to indicate the observation unit, and that in order to capture randomness in human behaviour a random component  $v_{it}$  has been added to each equation. It is assumed that the covariance matrix of this random component is independent of  $t$  and that there is no intertemporal correlation of the disturbance terms.

The following set of restrictions can be imposed on the parameters of system (20)

$$\sum_{i=1}^n \chi_i = 0, \quad \sum_{i=1}^n \beta_i = 0, \quad \sum_{i=1}^n \sigma_{ij} = 0 \quad (22)$$

$$\sum_{j=1}^n \sigma_{ij} = 0 \quad (23)$$

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ji} \quad \forall i, j \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_i \sigma_{ij} \alpha_j < 0 \quad \text{with not all } \alpha_i \text{ having the same value.} \quad (25)$$

The adding-up and homogeneity condition are a direct consequence of the linear budget constraint. The adding-up conditions indicate that the aggregate is divided into its different components, while the homogeneity condition states that it is relative prices which matter. The symmetry and negativity conditions reflect the properties of the underlying preference ordering. Symmetry is a guarantee for consumer's consistency of choice, while the negativity condition emphasizes, for example, that the own compensated price effect should be negative.

Note that the random components satisfy the condition:

$$\sum_{i=1}^n v_{it} = 0 \quad (26)$$

The CBS parametrization was selected because it provided the best fit.

## 2. An error correction mechanism

In the previous section a long run equilibrium between quantities, prices and income has been specified. However, such equilibrium is not attained immediately. Therefore we specified an ECM which explains contemporaneous changes in the quantities by changes in the scale and prices and by past deviations of the quantities from their long run equilibrium value<sup>1</sup>:

1. Note that the following adding-up conditions hold:

$$\sum_{i=1}^n \beta_{1i} = 0, \quad \sum_{i=1}^n \sigma_{1ij} = 0, \quad \sum_{i=1}^n (\alpha_{ij} - \delta_{ij}) = 0$$

$$\ln y_{it} - \ln y_{it-1} = \beta_{1i} (\ln Q_t - \ln Q_{t-1}) + \sum_{j=1}^n \sigma_{1ij} (\ln p_{jt} - \ln p_{jt-1}) \quad (27)$$

$$+ \sum_{j=1}^n (\alpha_{ij} - \delta_{ij}) \left( \ln y_{jt-1} - \chi_j - \beta_j \ln Q_{t-1} - \sum_{k=1}^n \sigma_{jk} \ln p_{kt-1} \right)$$

$$+ u_{it}$$

for  $i=1, \dots, n$ ;

and with:

$$\delta_{ij} = 0 \text{ for } i \neq j$$

$$= 1 \text{ for } i=j.$$

### 3. Estimation results

We summarize the major results in the form of the long and short run overall income elasticities, and the compensated and uncompensated overall own price elasticities.

The compensated price elasticities describe the responses of the quantities to changes in the predetermined prices as we move along the indifference curve, while the uncompensated price elasticities also take into account the budgetary effects of a change in the predetermined prices.

**TABLE 10 - Estimation results: short and long run overall elasticities**

Consumption category	Income elasticity		Uncompensated price elasticity		Compensated price elasticity	
	t	t+4	t	t+4	t	t+4
Food, drinks and tobacco	0.85	0.42	-0.63	-0.27	-0.46	-0.18
Clothing and footwear	0.77	0.75	-0.69	-0.94	-0.64	-0.89
Fuel for heating	0.71	0.77	-0.28	-0.43	-0.26	-0.42
Furniture and household equipment	0.71	1.01	-0.68	-1.13	-0.64	-1.07
Personal transport equipment	1.04	0.83	-0.65	-0.42	-0.57	-0.36
Operation of personal transport equipment	0.28	0.23	-0.23	-0.11	-0.22	-0.10
Purchased transport services	0.48	0.57	-0.61	-0.58	-0.61	-0.58
- Passenger transport by train, tram and underground	0.46	0.70	-0.42	-0.47	-0.41	-0.47
- Passenger transport by road	0.31	0.37	-0.23	-0.26	-0.23	-0.26
- Other transport services	0.75	0.53	-0.49	-0.30	-0.49	-0.30
Communication	1.41	0.99	-0.52	-0.37	-0.49	-0.34
Recreation, education, culture	0.91	1.04	-0.66	-1.11	-0.55	-0.99
Other goods and services	1.17	1.59	-0.74	-0.77	-0.40	-0.32

The price and income elasticities for the purchased transport services and the price elasticity for the communication category are relatively low, while the income elasticity of the communication category is relatively high. The difference between the uncompensated and the compensated price elasticity is low for the different transport services because of their relatively low income elasticities and their small budget shares.



## Basissimulatie en variantanalyse

Het startpunt van de nieuwe HERMES-versie werd gevormd door de gepubliceerde 'Economische vooruitzichten 2003-2008' van april 2003. Naast de nieuwe modelleringen en herschattingen werd ook een actualisering gemaakt van de projectieperiode. Er is, voor de periode 2002-2004, rekening gehouden met recentere macro-economische ramingen en vooruitzichten voor de Belgische economie en de internationale omgeving (in overeenstemming met de 'Economische vooruitzichten 2004' van het FPB, september 2003)<sup>1</sup>. De internationale omgeving is ook vanaf 2005 herzien op basis van de meest recente middellangetermijnvooruitzichten van de OESO. De voornaamste kenmerken van de basissimulatie worden in de eerste paragraaf voorgesteld. Vervolgens worden in de tweede paragraaf een aantal varianten voorgesteld om het gedrag van de nieuwe modelversie te demonstreren.

### A. Kenmerken van de basissimulatie

#### 1. Internationale omgeving

In tabel 11 worden de voornaamste hypothesen inzake de internationale omgeving weergegeven in periodegemiddelden. De internationale omgeving steunt voor de periode 2003-2004 voornamelijk op de lentevooruitzichten van de Europese Commissie, al is voor sommige indicatoren ook rekening gehouden met recentere ontwikkelingen (wisselkoersen, rentevoeten en energieprijzen). De internationale omgeving voor de jaren 2005-2008 is grotendeels gebaseerd op lentevooruitzichten van de OESO. Het scenario gaat ervan uit dat de groei van de voornaamste economieën op middellange termijn opnieuw het potentieel groeitempo benadert en dat de output gaps in de verschillende landen geleidelijk verdwijnen.

**TABEL 11 - Voornaamste hypothesen inzake de internationale omgeving**  
(gemiddelde jaarlijkse groeivoeten, tenzij anders vermeld)

	1997-2002	2003-2008
Potentiële uitvoermarkt voor België	6,3	5,2
Wereldprijzen excl. energie in USD	-3,6	3,3
Wereldprijzen excl. energie in euro	1,7	0,5
Olieprijs (Brent, gemiddelde nominale prijs in USD per vat)	21,2	26,7

1. De gebruikte modelversie is gebaseerd op de nationale rekeningen tot 2001. Het jaar 2002 is bijgevolg het eerste simulatiejaar.

De internationale context is in de projectieperiode duidelijk minder gunstig dan in de voorbije jaren. De gemiddelde groei van de potentiële uitvoermarkten vertraagt van 6,3 % tot 5,2 %. De wereldinflatie in euro (excl. energieprijzen) herneemt en stabiliseert op middellange termijn op 1,6 %. Die ontwikkeling weerspiegelt een lichte depreciatie van de euro ten opzichte van de dollar op middellange termijn, een inflatie in de eurozone die minder dan 2 % bedraagt en een stabiele evolutie van de grondstoffenprijzen. Voor de olieprijs wordt een reële stijging met 1 % per jaar verondersteld vanaf 2005. Dat betekent op middellange termijn een prijs van ongeveer 28 dollar per vat ruwe olie (nominaal).

## 2. Macro-economische en sectorale evoluties

Tabel 12 geeft de voornaamste macro-economische kenmerken van de basissimulatie weer aan de hand van periodegemiddelden.

Als gevolg van de verzwakte internationale context vertraagt de economische groei in de projectieperiode tot gemiddeld 2,1 %<sup>1</sup>. De uitvoer zou jaarlijks nog met gemiddeld 4,1 % toenemen, t.o.v. 4,6 % in de periode voordien. Desondanks handhaaft de binnenlandse vraag zich met een groeigemiddelde van 2,1 %. De particuliere consumptie kent namelijk een impuls door de fiscale hervorming, die zorgt voor extra koopkracht voor de huishoudens in de periode tot 2006. De terugval in de finale bestedingen wordt deels gecompenseerd door de verminderde invoerbehoeften.

De Belgische inflatie zou vertragen tot gemiddeld 1,5 %. De gemiddelde werkgelegenheidsgroei halveert tot 0,6 %.

De minder gunstige internationale context in de projectieperiode verzwakt de dynamiek van de - exportgevoelige - verwerkende nijverheid en van de vervoerssector (zie tabel 13). De bouwsector herwint in die periode aan dynamiek dankzij de dynamische investeringsvraag van de ondernemingen. Ook de groei van de marktdiensten wordt in de simulatieperiode ondersteund door de binnen- en buitenlandse vraag. Wat de nieuwe takken binnen vervoer en communicatie betreft, vertoont het spoorwegvervoer traditioneel de zwakste ontwikkeling van de toegevoegde waarde en 'vervoer over water en luchtvaart' de sterkste dynamiek<sup>2</sup>. De trendmatige afbouw van de werkgelegenheid in deze laatste tak zet zich door in de projectieperiode. Voor het spoorwegvervoer is rekening gehouden met de plannen tot netto-vermindering van het personeelsbestand in de periode 2004-2005.

- 
1. De projectieperiode wordt sterk beïnvloed door het zwakke jaar 2003. Zo geeft het periodegemiddelde 2004-2008 eveneens een reële bbp-groei van gemiddeld 2,3 %.
  2. Wat de toegevoegde waarde van de tak 'vervoer over water en luchtvaart' betreft, gaat het overigens om een herneming na de sterke daling in de jaren 2001-2002. Dat verlies wordt maar voor bijna de helft goedgehaakt in de projectieperiode. Daardoor ligt de toegevoegde waarde tegen constante prijzen in 2008 nog steeds bijna 20 % onder het niveau van 2000.



**TABEL 12 - Voornaamste macro-economische resultaten van de basissimulatie**  
(gemiddelde jaarlijkse groeivoeten, tenzij anders vermeld)

	1997-2002	2003-2008
<b>VRAAG EN PRODUCTIE (constante prijzen)</b>		
- Particuliere consumptie	2,0	1,9
- Overheidsconsumptie	1,9	1,6
- Bruto-investeringen	2,8	2,7
. Ondernemingen	3,2	3,1
- Totale binnenlandse vraag	2,2	2,1
- Uitvoer	4,6	4,1
- Totale finale vraag	3,2	3,0
- Invoer	4,5	4,2
- Bbp	2,3	2,1
<b>PRIJZEN EN RENTEVOETEN</b>		
- Particuliere consumptie	1,7	1,5
- Gezondheidsindex	1,7	1,5
- Bbp-deflator	1,5	1,7
- Langetermijnrente (10 jaar)		
. nominaal	5,2	4,9
. reëel	3,4	3,4
<b>WERKGELEGENHEID EN WERKLOOSHEID</b>		
- Totale werkgelegenheid		
. wijziging in duizendtallen	47,4	23,8
. wijziging in %	1,2	0,6
- Werkloosheidsgraad, definitie Federaal Planbureau (niveau)	13,8	13,8
- Productiviteit per uur (marktsector)	1,5	1,8

**TABEL 13 - Voornaamste sectorale resultaten van de basissimulatie**  
(gemiddelde jaarlijkse groeivoeten)

	1997-2002	2003-2008
<b>TOEGEVOEGDE WAARDE (constante prijzen)</b>		
- Landbouw	2,4	1,1
- Industrie	2,3	1,8
. Energie	1,8	2,1
. Verwerkende nijverheid <sup>a</sup>	2,5	1,6
. Bouw	1,9	2,4
- Verhandelbare diensten	2,6	2,6
. Vervoer en communicatie	4,3	2,5
. Vervoer per spoor	-1,3	1,1
. Stads- en wegvervoer	6,1	2,6
. Vervoer over water en luchtvaart	6,1	3,8
. Vervoersondersteunende activiteiten en communicatie	4,7	2,4
. Andere marktdiensten <sup>b</sup>	2,1	2,6
Totaal van de marktsectoren	2,5	2,3
<b>WERKGELEGENHEID</b>		
- Landbouw	-1,8	-2,0
- Industrie	-0,4	-0,6
. Energie	-1,0	-2,0
. Verwerkende nijverheid <sup>a</sup>	-0,6	-0,9
. Bouw	0,5	0,5
- Verhandelbare diensten	1,9	1,3
. Vervoer en communicatie	0,4	0,6
. Vervoer per spoor	0,3	-1,2
. Stads- en wegvervoer	2,7	0,8
. Vervoer over water en luchtvaart	-7,3	-1,2
. Vervoersondersteunende activiteiten en communicatie	0,2	1,1
. Andere marktdiensten <sup>b</sup>	2,2	1,4
Totaal van de marktsectoren	1,1	0,7

a. Totaal van 3 takken: intermediaire goederen, investeringsgoederen en verbruiksgoederen.

b. Totaal van 4 takken: handel en horeca, krediet en verzekeringen, gezondheidszorg en overige marktdiensten.

### 3. Energie-eindverbruik en broeikasgasemissies in de basissimulatie

#### a. Energie-eindverbruik

De verwachte evolutie van het energie-eindverbruik is niet homogeen, zoals tabel 14 aantoont. Zij vertoont grote sectorale verschillen.

**TABEL 14 - Evolutie van de eindvraag naar energie per sector**  
(gemiddelde jaarlijkse groeivoeten)

	1991-2001	2002-2008
Industrie	1,3	0,2
Vervoer*	1,8	1,0
- per spoor, tram en metro	1,7	1,2
- wegvervoer	1,8	1,4
- over water en luchtvaart	1,7	-1,5
Diensten en gezinnen	2,2	1,1
Totaal	1,8	0,8

\*: vervoer zowel voor eigen rekening als voor rekening van derden.

Terwijl een stijging van het totale energie-eindverbruik met gemiddeld 0,8 % per jaar wordt verwacht tijdens de basissimulatie, zou het eindverbruik van de industrie met slechts 0,2 % gemiddeld per jaar toenemen. Voor de periode 1991-2001 bedroeg de gemiddelde groei 1,3 % per jaar. Van 1997 tot 2000 vertoont het verbruik sterke jaarlijkse groeivoeten, wat toe te schrijven is aan de sterke groei van de industriële activiteit. In 2001 en 2002, treedt er een daling op van het verbruik vanwege de conjunctuurvertraging. De relatief hoge energieprijzen gedurende de projectieperiode zetten de industrie ertoe aan nieuwe investeringen te doen in energievriendelijke technologieën met het oog op een efficiënter energieverbruik. Ook de herstructurering van de staalsector draagt hiertoe bij. De reeds waargenomen wijziging in het industriële energieverbruik van vaste en vloeibare brandstoffen naar gas en elektriciteit wordt tijdens de basissimulatie bevestigd.

Voor vervoer, d.i. zowel voor eigen rekening als voor rekening van derden, wordt een toename van het verbruik (voornamelijk petroleumproducten) verwacht van jaarlijks gemiddeld 1 % t.o.v. 1,8 % per jaar voor de periode 1991-2001. Het energieverbruik van het vervoer per spoor, tram en metro zou in de projectieperiode minder snel toenemen dan in de voorgaande periode die gekenmerkt werd door een relatief hoog elektriciteitsverbruik en een daling van het verbruik van petroleumproducten. In de projectieperiode zou een geleidelijke veralgemening van zuiniger voertuigen bijdragen tot het inperken van de energiebehoeften van het wegvervoer dankzij de invoering van nieuwe technologische verbeteringen<sup>1</sup>. Het energieverbruik van vervoer over water en luchtvaart bestaat voornamelijk uit petroleumproducten en kent gedurende de projectieperiode een daling van de

1. Hiermee worden de akkoorden bedoeld die afgesloten zijn tussen de Europese Commissie en de Vereniging van Europese Autoconstructeurs (ACEA) en tussen de Koreaanse (KAMA) en Japanse (JAMA) autoproducenten over de beperking van CO<sub>2</sub>-emissies. De constructeurs verbinden zich ertoe om tegen 2008 de CO<sub>2</sub>-emissies van nieuwe auto's te verminderen tot 140 g/km, wat een gemiddeld verbruik betekent van 5,7 l/100 km.

jaarlijks gemiddelde groei. Dit is te verklaren door de sterke daling van het verbruik van de luchtvaart naar aanleiding van het faillissement van de nationale luchtvaartmaatschappij in het begin van de projectieperiode.

Terwijl de periode 1991-2001 werd gekenmerkt door een sterke groei van het energieverbruik van de diensten en de gezinnen (gemiddeld 2,2 % per jaar), zou de toename in de projectieperiode gematigder zijn met gemiddeld 1,1 % per jaar<sup>1</sup>. Gas en elektriciteit blijven ook voor deze sector aan belang winnen ten nadele van de vloeibare brandstoffen.

## **b. Energiegebonden CO<sub>2</sub>-emissies**

De transformatie en de consumptie van energie zijn de belangrijkste bron van emissies en vertegenwoordigen ongeveer 80 % van de broeikasgasemissies (in CO<sub>2</sub>-equivalenten) in België. Ongeveer 97 % van de energiegerelateerde emissies (in CO<sub>2</sub>-equivalenten) is CO<sub>2</sub>.

In figuur 3 wordt de evolutie van de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies weergegeven van 1970 tot 2008. Tijdens de basissimulatie zou de energiegebonden CO<sub>2</sub>-uitstoot jaarlijks met gemiddeld 0,1 % toenemen. In de periode van 1991 tot 2001 was dit jaarlijks gemiddeld 0,6 %. Dat komt overeen met een stabilisering van de uitstoot gedurende de periode 2002-2008 en is o.m. te wijten aan:

- een efficiënter energieverbruik door toenemende inschakeling van energievriendelijke technologieën;
- een verdere daling van het belang van de energie-intensieve sectoren ten voordele van de minder energie-intensieve diensten;
- een verdere verschuiving in de structuur van de energieconsumptie van vaste en vloeibare brandstoffen naar gas en elektriciteit.

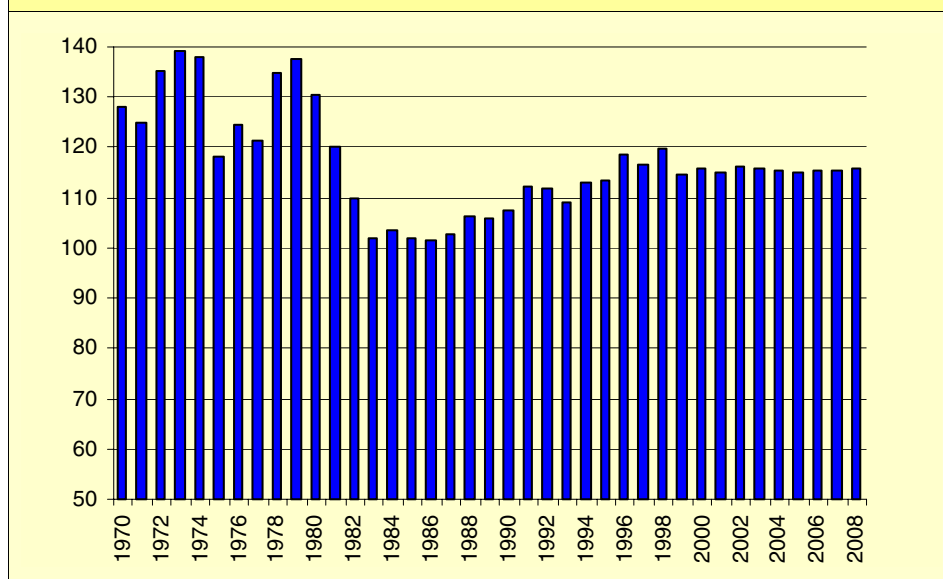
In 2001 dalen de energiegebonden CO<sub>2</sub>-emissies in vergelijking met 2000 door de kleinere elektriciteitsproductie (zie figuur 3). Er wordt namelijk meer elektriciteit geïmporteerd dan in 2000 vanwege de prijsstijging van gas (en dus de kostprijs van de elektriciteitsproductie). De economische groeivertraging leidt eveneens tot minder energiegebonden CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2001. In 2002 herneemt de elektriciteitsproductie en stijgen de CO<sub>2</sub>-emissies opnieuw. Nadien zouden de structurele wijzigingen in de elektriciteitssector<sup>2</sup> vooral in het begin van de projectieperiode leiden tot een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de elektriciteitsproductie.

De scherpe daling van de energiegebonden CO<sub>2</sub>-emissies in het begin van de jaren 80 heeft te maken met de herstructurering van de zware industrie, de hoge energieprijzen en de herstructurering van de elektriciteitssector met de bouw van kerncentrales.

---

1. Het energieverbruik is efficiënter door een betere isolatie van de woningen en gebouwen en door meer rendabele verwarmingsinstallaties.

2. De evolutie van het elektriciteitspark in de basissimulatie voorziet in een sterke opgang van aardgas ter vervanging van de vaste en vloeibare brandstoffen, evenals een hoger gemiddeld rendement. Een voorbeeld hiervan zijn de stoom- en gasturbine-installaties, de zogenaamde STEG-centrales en de centrales op basis van warmtekrachtkoppeling.

**FIGUUR 3 - Evolutie van de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies**  
(in miljoen ton)

Tabel 15 geeft de evolutie van de energiegebonden CO<sub>2</sub>-uitstoot per sector in de basissimulatie. De uitstoot van de energiesector zou jaarlijks met 0,5 % afnemen. De uitstoot van deze sector hangt in grote mate af van de structuur van het elektriciteitspark (zie supra).

**TABEL 15 - Evolutie van de energiegebonden CO<sub>2</sub>-emissies per sector\*\***

	Niveau (miljoen ton)		Gemiddelde jaarlijkse groeivoeten (%)	
	1990	2008	1991-2001	2002-2008
Energiesector (incl. elektriciteitssector)	30,2	27,3	-0,5	-0,5
Industrie	31,7	29,3	0,0	-1,1
Vervoer*	19,8	26,8	1,9	1,4
- per spoor, tram en metro	0,2	0,2	-1,4	1,0
- over de weg	19,2	26,1	1,9	1,4
- over water	0,4	0,4	1,5	-0,8
Diensten en gezinnen	26,0	32,4	1,5	0,9
Totaal	107,6	115,7	0,6	0,1

\*: vervoer zowel voor eigen rekening als voor rekening van derden.

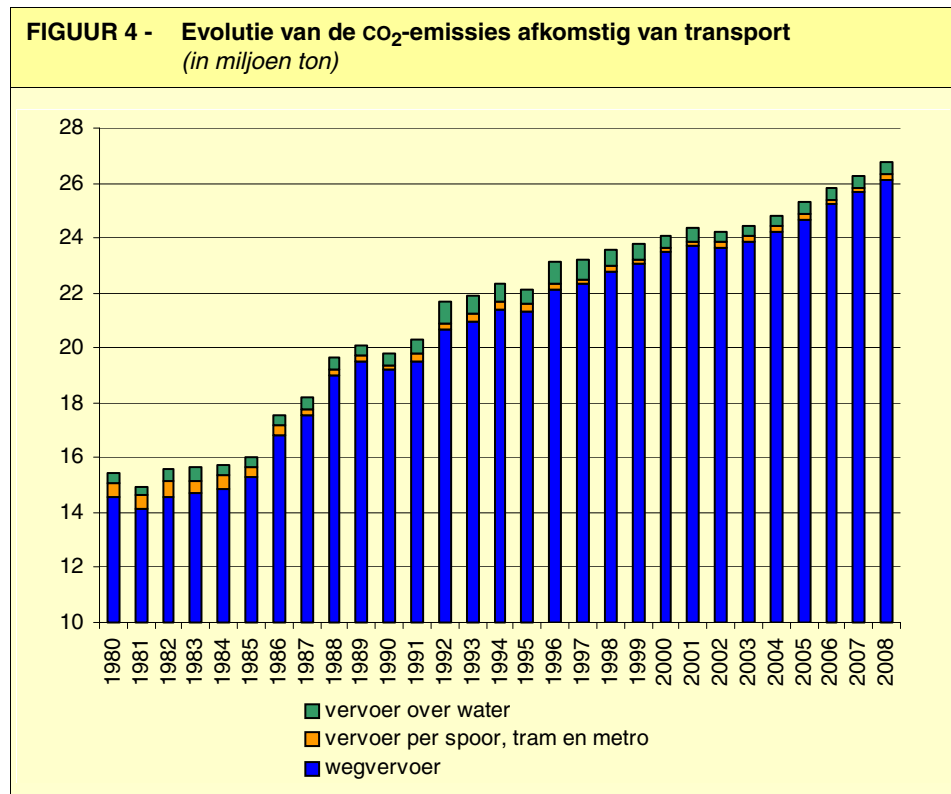
\*\* : met uitzondering van de luchtvaartemissies, die geen deel uitmaken van de nationale emissies.

Tijdens de periode 1991-2001 stagneerde de industriële uitstoot. Tijdens de projectieperiode daarentegen, zou de uitstoot jaarlijks met gemiddeld 1,1 % afnemen dankzij efficiëntere technologieën, de herstructurering van de industriële sector (de staalsector) en de structurele verschuiving van het energieverbruik van vaste en vloeibare brandstoffen naar gas en elektriciteit.

De uitstoot die veroorzaakt wordt door vervoer<sup>1</sup> zou tijdens de projectieperiode gemiddeld met 1,4 % per jaar stijgen, tegenover 1,9 % tijdens de periode 1991-2001. Figuur 4 toont de evolutie van de CO<sub>2</sub>-emissies afkomstig van transport van

1. Zowel voor eigen rekening als voor rekening van derden.

1980 tot 2008. Hieruit blijkt duidelijk dat de transportemissies vooral afkomstig zijn van het wegvervoer. In de projectieperiode zou een geleidelijke veralgemening van zuiniger voertuigen de toename van de uitstoot van het wegvervoer inperken dankzij de invoering van nieuwe technologische verbeteringen<sup>1</sup>. De emissies van vervoer over water zouden tijdens de projectieperiode in tegenstelling met de voorgaande periode afnemen dankzij een daling van het verbruik dat voornamelijk uit petroleumproducten bestaat. De emissies afkomstig van het spoorwegvervoer zouden toenemen gedurende de projectieperiode in tegenstelling tot de periode 1991-2001 omdat het verbruik van petroleumproducten opnieuw toeneemt t.o.v. de voorgaande periode.



Bij de diensten en de gezinnen zou de uitstoot met gemiddeld 0,9 % per jaar toenemen voor de periode 2002-2008, tegenover 1,5 % voor de periode 1991-2001. De uitstoot neemt gematigder toe tijdens de projectieperiode omwille van een efficiënter energiegebruik<sup>2</sup>. Tijdens de projectieperiode heeft ook de structurele wijziging van het energieverbruik (stijging van het aandeel van aardgas) een gunstig effect op de uitstoot.

Uit tabel 15 blijkt ook dat het verwachte niveau van de totale energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies in 2008 ongeveer 7,5 % hoger zou liggen dan het niveau van 1990.

1. Hiermee worden de akkoorden bedoeld die afgesloten zijn tussen de Europese Commissie en de Vereniging van Europese Autoconstructeurs (ACEA) en tussen de Koreaanse (KAMA) en Japanse (JAMA) autoproducenten over de beperking van CO<sub>2</sub>-emissies. De constructeurs verbinden zich ertoe om tegen 2008 de CO<sub>2</sub>-emissies van nieuwe auto's te verminderen tot 140 g/km, wat een gemiddeld verbruik betekent van 5,7 l/100 km.
2. Het energieverbruik is efficiënter door een betere isolatie van de woningen en gebouwen en door meer rendabele verwarmingsinstallaties.

### c. Overige broeikasgasemissies

Naast CO<sub>2</sub>-emissies door verbranding van energie komen ook CO<sub>2</sub>-emissies vrij bij bepaalde industriële processen (b.v. cement- en staalproductie) en bij de verbranding van afval. Deze niet-energiegebonden CO<sub>2</sub>-emissies zouden bij ongewijzigd beleid tijdens de basissimulatie met gemiddeld 1,3 % per jaar toenemen en in 2008 12,6 miljoen ton bedragen. Dat zou een toename betekenen van meer dan 40 % t.o.v. 1990 zoals ook blijkt uit tabel 16. Daarin wordt de verwachte evolutie van de broeikasgasemissies voor de projectieperiode bij ongewijzigd beleid weergegeven in miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten.

**TABEL 16 - Evolutie van de broeikasgasemissies**

	Miljoen ton CO <sub>2</sub> -equivalenten			Gemiddelde jaarlijkse groeivoeten	Procentuele toename**
	1990*	2000	2008		
Energiegebonden CO <sub>2</sub> -emissies	107,6	116,0	115,7	0,1	7,5
Niet-energiegebonden CO <sub>2</sub> -emissies	8,8	11,5	12,6	1,3	44,1
Totale CH <sub>4</sub> -emissies	11,1	10,6	7,4	-4,7	-33,8
Totale N <sub>2</sub> O-emissies	13,2	11,4	10,9	-0,5	-17,7
Totale HFK, PFK en SF <sub>6</sub> -emissies		1,2	1,4	0,2	232,9
Totale broeikasgasemissies	140,7	150,7	148,0	-0,1	5,2
waarvan transportemissies (%)	14,4	16,6	18,8		

\*: de f-gassen zijn in de nationale inventarissen beschikbaar vanaf 1995.

\*\* : voor de gefluoreerde gassen procentuele toename 1995-2008.

De totale CH<sub>4</sub>-emissies<sup>1</sup> zouden jaarlijks met gemiddeld 4,7 % afnemen en 7,4 miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten bedragen in 2008. De daling van 1990 tot 2008 zou dan meer dan 30 % bedragen. Het zouden de CH<sub>4</sub>-emissies afkomstig van de landbouw en vooral van de afvalverwerking zijn die verminderen, de energiegebonden CH<sub>4</sub>-emissies en de emissies afkomstig van de industriële processen daarentegen zouden toenemen.

De N<sub>2</sub>O-emissies<sup>2</sup> zouden dalen met gemiddeld 0,5 % per jaar en in 2008 10,9 miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten bedragen. Dat betekent een daling tussen 1990 en 2008 met meer dan 15 %. De energiegebonden emissies zouden jaarlijks toenemen en in het bijzonder de emissies van transport. De emissies afkomstig van de landbouw zouden een belangrijke daling kennen door het inkrimpen van de rundvee- en varkensstapel en de sterke reductie in kunstmestverbruik. De emissies afkomstig van de industriële processen zouden jaarlijks toenemen.

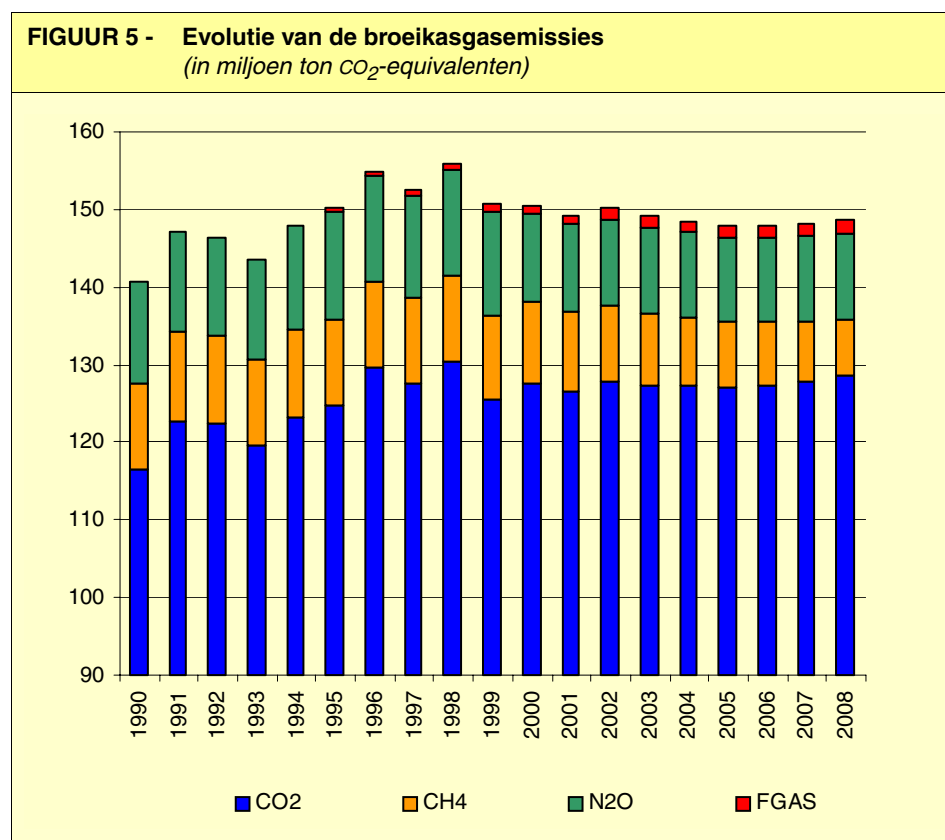
1. De emissies van CH<sub>4</sub> kunnen in drie grote groepen worden ingedeeld: emissies door energietransformatie en -consumptie, emissies van de landbouw en emissies uit het storten en verwerken van afval. De landbouw neemt het grootste deel van de CH<sub>4</sub>-emissies voor zijn rekening. Die emissies worden veroorzaakt bij verteringsprocessen, de mestproductie en de bemesting van landbouwgrond.
2. N<sub>2</sub>O komt vrij bij de transformatie en de consumptie van fossiele brandstoffen, waarbij het aandeel van de emissies door transport toeneemt. In de industrie is de productie van adipine- en salpeterzuur de enige bron van N<sub>2</sub>O. De N<sub>2</sub>O-emissies van de landbouw gebeuren bij de bemesting van landbouwgrond en bedragen ongeveer de helft van de totale N<sub>2</sub>O-emissies. Ten slotte komt ook N<sub>2</sub>O vrij bij de verbranding van afval.

De gefluoreerde gassen<sup>1</sup> zouden jaarlijks gemiddeld met 0,2 % toenemen gedurende de projectieperiode en in 2008 1,4 miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten bedragen. In 1995 bedroegen die emissies 435 100 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten. Dat zou een toename van meer dan 200 % betekenen t.o.v. 1995.

#### d. Totale broeikasgasemissies

De totale broeikasgasemissies zouden, zoals blijkt uit tabel 16, jaarlijks met gemiddeld 0,1 % afnemen. In 2008 zouden de emissies een niveau van 148 miljoen ton bereiken tegenover 140,7 in 1990. Dat betekent een stijging van 5,2 % t.o.v. 1990.

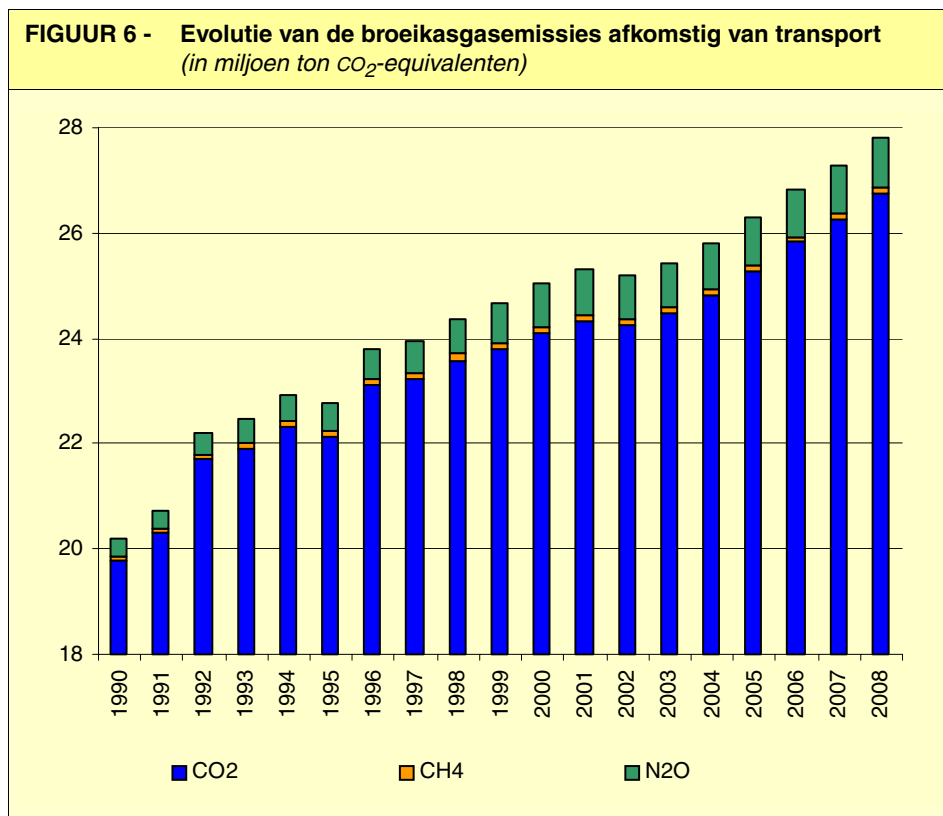
In figuur 5 worden de emissies van de voornaamste broeikasgassen in miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten weergegeven van 1990 tot 2008. Hieruit blijkt dat de broeikasgasemissies stabiliseren gedurende de projectieperiode, onder meer door de conjunctuurvertraging in 2001 en 2002, door de matige toename van het energieverbruik tijdens de projectieperiode en de structurele verschuiving van vaste en vloeibare brandstoffen naar gas en elektriciteit. Toch zullen bijkomende inspanningen nodig zijn om de doelstelling voor de beperking van de uitstoot te halen, zoals bepaald in het kader van het Protocol van Kyoto. Die doelstelling impliceert een daling van de emissies met 12,1 % t.o.v. het niveau van 2008.



1. HFK's worden gebruikt als drijfgas in spuitbussen, als koelmiddel voor koel- en airconditioning-installaties en bij de aanmaak van kunststoffen (schuimplastic en in brandblussers). PFK's worden als reinigingsmiddel in de productie van elektronica en fijnmechanica gebruikt. SF<sub>6</sub> wordt gebruikt als elektrische isolatie in installaties met hoge en gemiddelde spanning, hoofdzakelijk in beveiligingsschakelaars, transformatoren en stroomrails. SF<sub>6</sub> wordt ook gebruikt als geluidsisolatie in dubbele beglazing.



Figuur 6 geeft de evolutie van de broeikasgasemissies afkomstig van de verbranding van energie voor transport (in miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten) van 1990 tot 2008. Hieruit blijkt duidelijk dat de transportemissies hoofdzakelijk uit CO<sub>2</sub> bestaan en blijven toenemen gedurende de projectieperiode in tegenstelling tot de stabilisering van de totale broeikasgasemissies..



## B. Variantanalyse

De eigenschappen van het nieuwe HERMES-model worden geïllustreerd a.d.h.v. drie scenario's die een rechtstreekse impact hebben op de vervoersactiviteit. De eerste variant betreft een exogene schok, de overige twee zijn maatregelen. Alle simulaties hebben betrekking op de periode 2004-2008. Er wordt geen rekening gehouden met een eventuele aanpassing van het elektriciteitspark.

- Variant 1: een olieprijschok, die de ruwe olie 20 % duurder maakt dan in de basissimulatie;
- Variant 2: een verhoging van de accijnzen op benzine en diesel met 2,5 eurocent per liter;
- Variant 3: een stijging van de spoorinvesteringen met 0,05 % van het bbp in vergelijking met de basissimulatie.

We bespreken voor elke variant de macro-economische, sectorale en budgettaire effecten, alsook de invloed op de energieconsumptie en op de CO<sub>2</sub>-uitstoot. De tabellen relateren de variantresultaten tot de basissimulatie.

### 1. Variant 1: olieprijschok

#### a. Macro-economische resultaten

De basissimulatie gaat uit van een Brent-olieprijs van 25,2 dollar per vat in 2004, die geleidelijk aantrekt tot 27,7 dollar in 2008. Als variant veronderstellen we een olieprijs die 20 % hoger ligt. Dat komt neer op een gemiddelde prijs van 30,2 dollar in 2004 tot 33,3 dollar in 2008. Er wordt geen rekening gehouden met de impact hiervan op de internationale omgeving, zodat het om een louter technische oefening gaat.

De voornaamste macro-economische gevolgen worden weergegeven in tabel 17. Vooreerst blijkt het inflatoire effect. De hogere productiekosten werken door in de afzetprijzen, waardoor de particuliere consumptie op korte termijn 0,33 % duurder zou worden. Op middellange termijn ligt het consumptieprijspeil 0,63 % boven het overeenstemmende niveau in de basisprojectie. Daarnaast zijn er de negatieve gevolgen voor de economische activiteit omwille van de hogere productiekosten, de (bijgevolg) verminderde rendabiliteit en de aantasting van de koopkracht. Zo wordt de uitvoeractiviteit aangetast, al moet men dat cijfer met de nodige voorzichtigheid interpreteren, vermits de indicatoren van de internationale omgeving niet werden aangepast<sup>1</sup>.

Het bbp tegen constante prijzen zou met 0,11 % krimpen in 2004. Op middellange termijn loopt het verlies op tot 0,18 %. Het verlies aan economische groei doet zich dus hoofdzakelijk in het eerste jaar voor. De verminderde economische activiteit tast de werkgelegenheid aan (een verlies van ruim 6 000 eenheden tegen

---

1. Enerzijds leidt dat tot een overschatting van het competitiviteitsverlies van de Belgische economie, omdat de handelspartners in realiteit eveneens met kostenstijgingen worden geconfronteerd. Anderzijds zijn er ook negatieve gevolgen voor de economische activiteit van de handelspartners, waardoor de Belgische potentiële uitvoermarkten worden aangetast.

2008). Het kleinere overschot op de lopende verrichtingen met het buitenland is toe te schrijven aan de ruilvoetverslechtering.

**TABEL 17 - Voornaamste macro-economische resultaten van variant 1**  
(verschillen in % t.o.v. de basissimulatie, tenzij anders vermeld)

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>VRAAG EN PRODUCTIE (constante prijzen)</b>					
- Particuliere consumptie (huishoudens en izw's)	-0,26	-0,30	-0,33	-0,33	-0,34
- Bruto-investeringen	-0,09	-0,04	-0,20	-0,28	-0,35
. Ondernemingen	-0,13	-0,18	-0,28	-0,36	-0,43
- Totale binnenlandse vraag	-0,17	-0,17	-0,22	-0,24	-0,25
- Uitvoer	-0,02	-0,07	-0,09	-0,11	-0,12
- Invoer	-0,09	-0,12	-0,15	-0,18	-0,20
- Bbp	-0,11	-0,12	-0,16	-0,17	-0,18
<b>PRIJZEN EN KOSTEN</b>					
- Particuliere consumptie	0,33	0,45	0,54	0,60	0,63
- Gezondheidsindex	0,22	0,36	0,45	0,51	0,55
- Uitvoer	0,48	0,58	0,61	0,63	0,63
- Invoer	1,03	1,15	1,18	1,18	1,16
- Ruilvoet	-0,55	-0,57	-0,56	-0,54	-0,52
- Bbp-deflator	-0,15	-0,06	0,01	0,07	0,10
- Reëel uurloon per werknemer (marktsector)	-0,15	-0,14	-0,12	-0,11	-0,10
- Loonkost per eenheid product (marktsector)	0,23	0,35	0,47	0,53	0,57
<b>WERKGELEGENHEID</b>					
- Procentueel verschil	-0,07	-0,08	-0,11	-0,13	-0,14
- Verschil in duizendtallen	-2,72	-3,53	-4,76	-5,50	-6,07
- Productiviteit per uur (marktsector)	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,03
<b>INKOMENS</b>					
- Reëel beschikbaar inkomen van de particulieren	-0,31	-0,36	-0,40	-0,42	-0,44
- Particuliere spaarquote (niveauverschil)	-0,04	-0,05	-0,06	-0,07	-0,09
- Bruto-exploitatieoverschot van de ondernemingen (verschil in % van het bbp)	-0,22	-0,23	-0,25	-0,25	-0,25
<b>SALDO VAN DE LOPENDE VERRICHTINGEN MET HET BUITENLAND</b>					
- Verschil in miljard euro	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03
- Verschil in % van het bbp	-0,33	-0,37	-0,37	-0,36	-0,35

Tabel 18 bevat bijkomende informatie over de impact op de consumptie van de gezinnen, meer bepaald de uitgaven voor energie en de vraag naar vervoersdiensten. De tabel toont tevens de sterke prijsstijgingen voor verwarming en voor autobrandstoffen. De verhoging van de energieprijzen ontmoedigt het brandstofverbruik van de gezinnen en verhoogt de aantrekkelijkheid van de vervoersdiensten, zoals het openbaar vervoer. Niettemin blijken de gezinnen weinig prijsgevoelig wat betreft de vraag naar energieproducten.

**TABEL 18 - Impact van variant 1 op de reële consumptie van de huishoudens en, tussen haakjes, op de consumptieprijzen**  
(verschillen in % t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
Totaal, waarvan	-0,25 (0,32)	-0,29 (0,44)	-0,32 (0,53)	-0,33 (0,59)	-0,33 (0,62)
- Verwarming	-0,15 (5,49)	-0,63 (8,26)	-0,97 (9,62)	-1,18 (10,23)	-1,30 (10,48)
- Verlichting	-0,05 (0,20)	-0,15 (0,52)	-0,22 (0,88)	-0,29 (1,20)	-0,35 (1,48)
- Uitgaven i.v.m. het gebruik van voertuigen <sup>a</sup>	-1,03 (4,80)	-0,58 (5,10)	-0,49 (5,34)	-0,42 (5,54)	-0,38 (5,68)
- Vervoersdiensten	0,29 (0,12)	0,55 (0,21)	0,53 (0,28)	0,52 (0,33)	0,50 (0,37)
- Reizigersvervoer per trein, tram en metro	0,33 (0,00)	0,66 (0,01)	0,72 (0,02)	0,73 (0,03)	0,72 (0,05)
- Reizigersvervoer over de weg	0,15 (0,37)	0,23 (0,61)	0,20 (0,78)	0,20 (0,89)	0,19 (0,97)
- Overige vervoersdiensten	0,39 (0,11)	0,67 (0,20)	0,51 (0,28)	0,41 (0,34)	0,36 (0,40)

a. grotendeels benzine en diesel.

## b. Sectorale resultaten

De olieprijschok heeft een negatieve impact op de toegevoegde waarde en de werkgelegenheid van bijna alle bedrijfstakken (zie tabel 19). De toegevoegde waarde van de energieproductie wordt het sterkst aangetast. De marktdiensten zijn weliswaar minder energie-intensief dan de industrie, maar lijden eveneens onder de vermindering van de binnen- en buitenlandse vraag. De toegevoegde waarde van het spoorwegvervoer neemt daarentegen licht toe dankzij de stimulering van het reizigersvervoer.

**TABEL 19 - Voornaamste sectorale resultaten van variant 1**  
(verschillen in % t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>TOEGEVOEGDE WAARDE (constante prijzen)</b>					
- Landbouw	-0,29	-0,27	-0,23	-0,16	-0,12
- Energie	-0,43	-0,55	-0,65	-0,74	-0,82
- Verwerkende nijverheid	-0,17	-0,19	-0,23	-0,23	-0,23
. Intermediaire goederen	-0,14	-0,21	-0,25	-0,26	-0,25
. Uitrustingsgoederen	-0,16	-0,11	-0,17	-0,19	-0,20
. Consumptiegoederen	-0,22	-0,22	-0,24	-0,24	-0,23
- Bouw	-0,03	0,08	-0,09	-0,14	-0,18
- Vervoer en communicatie	-0,07	-0,10	-0,12	-0,13	-0,13
. Vervoer per spoor	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03
. Stads- en wegvervoer	-0,03	-0,07	-0,13	-0,16	-0,18
. Vervoer over water en luchtvaart	-0,19	-0,16	-0,13	-0,08	-0,04
. Vervoersonderst. activ. en communic.	-0,10	-0,13	-0,14	-0,15	-0,14
- Handel en horeca	-0,10	-0,14	-0,15	-0,15	-0,14
- Krediet en verzekeringen	-0,03	-0,07	-0,09	-0,08	-0,08
- Gezondheidszorg en maatsch. dienstverlening	-0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
- Overige marktdiensten	-0,12	-0,16	-0,20	-0,22	-0,23
Totaal van de marktsectoren	-0,13	-0,15	-0,19	-0,20	-0,21
<b>WERKGELEGENHEID</b>					
- Landbouw	-0,10	-0,16	-0,20	-0,22	-0,24
- Energie	-0,14	-0,07	0,02	0,13	0,26
- Verwerkende nijverheid	-0,06	-0,07	-0,08	-0,09	-0,09
. Intermediaire goederen	-0,04	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04
. Uitrustingsgoederen	-0,03	-0,03	-0,05	-0,06	-0,07
. Consumptiegoederen	-0,10	-0,12	-0,13	-0,13	-0,14
- Bouw	-0,04	-0,01	-0,13	-0,18	-0,21
- Vervoer en communicatie	-0,02	-0,04	-0,07	-0,09	-0,10
. Vervoer per spoor	-0,00	-0,00	-0,01	-0,02	-0,02
. Stads- en wegvervoer	0,01	-0,01	-0,03	-0,04	-0,06
. Vervoer over water en luchtvaart	0,01	-0,01	-0,04	-0,06	-0,09
. Vervoersonderst. activ. en communic.	-0,04	-0,08	-0,11	-0,14	-0,15
- Handel en horeca	-0,11	-0,17	-0,21	-0,25	-0,28
- Krediet en verzekeringen	-0,03	-0,08	-0,15	-0,22	-0,27
- Gezondheidszorg en maatsch. dienstverlening	-0,04	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03
- Overige marktdiensten	-0,14	-0,17	-0,21	-0,23	-0,24
Totaal van de marktsectoren	-0,08	-0,11	-0,14	-0,16	-0,18

### c. Résultats en matière de consommation d'énergie et d'émissions de CO<sub>2</sub>

De manière générale, le scénario simulé permet de réduire les consommations d'énergie des différents acteurs économiques. Il en découle également une baisse des rejets de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

Dès la première année, la consommation finale d'énergie est abaissée de 0,92 %. En 2006, la baisse de consommation atteint 1,26 %. Enfin, à moyen terme (2008), les consommations d'énergie se replient de 1,44 %. En l'occurrence, le choix d'un horizon de simulation suffisamment long permet de bien rendre compte des délais d'ajustement dans les comportements des consommateurs. En ce qui concerne les transports et communications, on note des réductions de consommation un peu plus importantes, résultat logique, compte tenu de la part élevée des produits pétroliers dans le total de leur consommation d'énergie. C'est dans la branche des transports par eau et aériens que le repli de la consommation est la plus forte (en raison de la baisse de la consommation de kérosène). La baisse est également importante dans les transports urbains et routiers, mais nettement plus limitée dans les transports ferroviaires.

En matière de rejets de CO<sub>2</sub>, on note que la baisse des émissions s'étage entre 0,57 % à court terme et 1,28 % à moyen terme. Les rejets de CO<sub>2</sub> provenant du secteur des transports baissent, quant à eux, de 1,02 % la première année et de 0,88 % en fin de période. La plus grande partie de cette réduction est imputable au transport routier<sup>1,2</sup>.

**TABLEAU 20 - Résultats relatifs aux consommations d'énergie et aux rejets de CO<sub>2</sub> (variante 1)**  
(différences, en %, par rapport à la simulation de base)

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Consommation finale d'énergie</b>					
- Total	-0,92	-1,14	-1,26	-1,35	-1,44
- dont transports	-1,30	-1,30	-1,38	-1,42	-1,46
- - transports ferroviaires	-0,13	-0,17	-0,24	-0,29	-0,33
- - transports urbains et routiers	-0,66	-0,70	-0,73	-0,76	-0,78
- - transports par eau et aériens	-3,03	-3,37	-3,62	-3,80	-3,91
- - Services auxiliaires de transports et communic.	-0,58	-0,68	-0,74	-0,80	-0,85
<b>Emissions de CO<sub>2</sub></b>					
- Total	-0,57	-0,68	-0,86	-1,06	-1,28
- dont transports	-1,02	-0,92	-0,92	-0,91	-0,88
- - transports ferroviaires	-4,41	-3,62	-2,98	-2,51	-2,15
- - transports routiers	-0,99	-0,89	-0,90	-0,89	-0,86
- - transports par eau et aériens	-1,12	-1,31	-1,43	-1,49	-1,52

1. La baisse des émissions dans les branches transports ferroviaires et transports par eau et aérien est négligeable en niveau absolu (mais peut paraître forte en %, compte tenu d'un niveau de départ relativement faible).
2. En raison de la non comptabilisation, dans le bilan d'émissions, des émissions de CO<sub>2</sub> produites par l'utilisation de kérosènes dans le transport aérien (dont la consommation est, par ailleurs, en net recul), les rejets de CO<sub>2</sub> de cette branche, faibles au départ, ne se modifient que peu, en valeur absolue.

#### d. Impact op de overheidsfinanciën

De overheidsfinanciën hebben vooral te kampen met minder fiscale ontvangsten (wegens minder economische activiteit), meer overheidsconsumptie (door de hogere inflatie) en extra sociale uitkeringen. De hogere olieprijs resulteert in een budgettaire kost van 0,34 miljard euro in 2004. Op middellange termijn zou het vorderingensaldo 0,74 miljard euro lager liggen dan in het overeenstemmende jaar van de basisprojectie.

**TABEL 21 - Budgettaire effecten van variant 1**  
(verschillen in miljoen euro t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
Lopende ontvangsten, waarvan	-65	14	62	110	147
- Directe belastingen	-123	-152	-153	-140	-136
- Indirecte belastingen	-6	45	52	67	79
waarvan accijnzen	-38	-36	-37	-36	-35
- Sociale premies	64	119	161	179	199
Lopende uitgaven, waarvan	275	482	636	770	878
- Overheidsconsumptie	129	236	307	362	402
- Overdrachten aan de huishoudens <sup>a</sup>	123	191	248	290	320
- Rentelasten	11	29	47	77	109
Saldo van de lopende verrichtingen	-341	-468	-574	-660	-732
Saldo van de kapitaalverrichtingen	0	-7	-8	-7	-8
Vorderingensaldo	-340	-474	-582	-668	-740

a. excl. overdrachten in natura.

## 2. Variant 2: hogere accijnzen op benzine en diesel

We veronderstellen een accijnsverhoging van 2,5 eurocent per liter benzine en diesel t.o.v. de basissimulatie. In tabel 22 wordt de omvang van de maatregel weergegeven, nl. de opbrengst aan accijnzen én de BTW daarop. Het gaat hier om *ex ante* bedragen, d.w.z. zonder geïnduceerde effecten<sup>1</sup>.

**TABEL 22 - Ex ante budgettaire opbrengst van variant 2**  
(gezamenlijke overheid, verschillen in miljoen euro t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
Vorderingensaldo	253	257	261	265	269

### a. Macro-economische en sectorale resultaten

Door de relatief geringe omvang van de maatregel blijven de macrosectorale gevolgen beperkt (zie tabellen 24 en 25). Er is uiteraard een rechtstreekse impact op de consumptieprijzen. Benzine en diesel vallen weliswaar buiten de gezondheidsindex, maar er is toch een indirecte, zij het zeer kleine invloed via de productiekosten van de ondernemingen (vooral in de energiesector en in de tak 'overige vervoer over land'). De aangetaste koopkracht van de gezinnen weegt op de particuliere consumptie. De verminderde binnenlandse vraag verkleint de invoerbehoefte, waardoor het uiteindelijke effect op het bbp bijna verwaarloosbaar is en het externe overschot licht verbetert. Niettemin verdwijnen er zowel op korte als op middellange termijn ruim 800 jobs in vergelijking met de basissimulatie.

De maatregel doet de gezinnen besparen op benzine en diesel, terwijl de vraag naar het substituuat, nl. vervoersdiensten, toeneemt (zie tabel 23).

**TABEL 23 - Impact van variant 2 op de reële consumptie van de huishoudens en, tussen haakjes, op de consumptieprijzen**  
(verschillen in % t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
Totaal, waarvan	-0,08 (0,09)	-0,08 (0,09)	-0,08 (0,09)	-0,08 (0,09)	-0,08 (0,09)
- Verwarming	0,03 (0,00)	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)	0,02 (0,00)
- Verlichting	0,03 (0,00)	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)
- Uitgaven i.v.m. het gebruik van voertuigen <sup>a</sup>	-0,72 (3,25)	-0,38 (3,24)	-0,33 (3,22)	-0,31 (3,20)	-0,30 (3,20)
- Vervoersdiensten	0,14 (0,04)	0,30 (0,07)	0,27 (0,08)	0,25 (0,09)	0,24 (0,09)
- Reizigersvervoer per trein, tram en metro	0,15 (0,00)	0,35 (0,00)	0,36 (0,00)	0,34 (0,00)	0,34 (0,00)
- Reizigersvervoer over de weg	0,07 (0,16)	0,13 (0,24)	0,10 (0,28)	0,10 (0,30)	0,10 (0,31)
- Overige vervoersdiensten	0,20 (0,02)	0,38 (0,04)	0,26 (0,05)	0,20 (0,06)	0,18 (0,06)

a. grotendeels benzine en diesel.

1. Er wordt in de *ex ante* berekening dus geen rekening gehouden met het ontmoedigende effect van de maatregel op het energieverbruik en met de impact op de economische activiteit.



**TABEL 24 - Voornaamste macro-economische resultaten van variant 2**  
(verschillen in % t.o.v. de basissimulatie, tenzij anders vermeld)

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>VRAAG EN PRODUCTIE (constante prijzen)</b>					
- Particuliere consumptie (huishoudens en izw's)	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08
- Bruto-investeringen	-0,04	-0,01	-0,06	-0,06	-0,06
. Ondernemingen	-0,06	-0,05	-0,06	-0,06	-0,06
- Totale binnenlandse vraag	-0,05	-0,04	-0,05	-0,05	-0,05
- Uitvoer	-0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
- Invoer	-0,06	-0,05	-0,06	-0,06	-0,06
- Bbp	-0,01	-0,00	-0,01	-0,01	-0,01
<b>PRIJZEN EN KOSTEN</b>					
- Particuliere consumptie	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
- Gezondheidsindex	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
- Uitvoer	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
- Invoer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Ruilvoet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Bbp-deflator	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
- Reëel uurloon per werknemer (marktsector)	-0,09	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08
- Loonkost per eenheid product (marktsector)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>WERKGELEGENHEID</b>					
- Procentueel verschil	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
- Verschil in duizendtallen	-0,82	-0,79	-0,92	-0,87	-0,85
- Productiviteit per uur (marktsector)	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
<b>INKOMENS</b>					
- Reëel beschikbaar inkomen van de particulieren	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,08
- Particuliere spaarquote (niveauverschil)	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,00
- Bruto-exploitatieoverschot van de ondernemingen (verschil in % van het bbp)	-0,03	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02
<b>SALDO VAN DE LOPENDE VERRICHTINGEN MET HET BUITENLAND</b>					
- Verschil in miljard euro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Verschil in % van het bbp	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

**TABEL 25 - Voornaamste sectorale resultaten van variant 2**  
(verschillen in % t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>TOEGEVOEGDE WAARDE (constante prijzen)</b>					
- Landbouw	-0,10	-0,08	-0,08	-0,05	-0,05
- Energie	-0,14	-0,11	-0,10	-0,10	-0,10
- Verwerkende nijverheid	-0,07	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
. Intermediaire goederen	-0,05	-0,03	-0,04	-0,03	-0,03
. Uitrustingsgoederen	-0,10	-0,03	-0,04	-0,04	-0,04
. Consumptiegoederen	-0,08	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
- Bouw	-0,05	-0,02	-0,08	-0,08	-0,08
- Vervoer en communicatie	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
. Vervoer per spoor	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
. Stads- en wegvervoer	-0,00	-0,00	-0,01	-0,01	-0,01
. Vervoer over water en luchtvaart	-0,04	-0,03	-0,02	-0,00	0,01
. Vervoersonderst. activ. en communic.	-0,01	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02
- Handel en horeca	-0,02	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02
- Krediet en verzekeringen	-0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,00
- Gezondheidszorg en maatsch. dienstverlening	-0,02	-0,00	-0,00	-0,00	0,00
- Overige marktdiensten	-0,05	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06
Totaal van de marktsectoren	-0,05	-0,04	-0,05	-0,04	-0,04
<b>WERKGELEGENHEID</b>					
- Landbouw	-0,03	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
- Energie	-0,09	-0,08	-0,09	-0,10	-0,12
- Verwerkende nijverheid	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
. Intermediaire goederen	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02
. Uitrustingsgoederen	-0,02	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02
. Consumptiegoederen	-0,04	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03
- Bouw	-0,03	-0,01	-0,05	-0,05	-0,04
- Vervoer en communicatie	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
. Vervoer per spoor	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
. Stads- en wegvervoer	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
. Vervoer over water en luchtvaart	0,00	0,00	-0,00	-0,00	-0,00
. Vervoersonderst. activ. en communic.	0,01	-0,00	-0,00	0,00	0,00
- Handel en horeca	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02
- Krediet en verzekeringen	-0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
- Gezondheidszorg en maatsch. dienstverlening	-0,01	-0,00	-0,00	-0,00	0,00
- Overige marktdiensten	-0,05	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04
Totaal van de marktsectoren	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,02

## b. Résultats en matière de consommation d'énergie et d'émissions de CO<sub>2</sub>

Par comparaison avec la première variante simulée, la variante 2 ne permet de réduire les consommations d'énergie que d'une manière beaucoup plus limitée. En effet, dans cette variante, seuls les prix des carburants sont majorés. La consommation finale d'énergie n'est abaissée, au total que de 0,14 % en 2004 et de 0,07 % en 2008. Les réductions de consommation se concentrent assez logiquement dans le secteur des transports, avec une baisse s'étalant de 0,77 %, à court terme, à 0,58 % à moyen terme. Au sein des transports, ce sont les transports routiers, par eau et aériens qui présentent les baisses de consommation les plus importantes. La réduction de consommation est, par contre, négligeable dans le transport ferroviaire.

Si les rejets de CO<sub>2</sub> ne baissent au total que de 0,17 % à court terme et de 0,13 % à moyen terme, c'est à nouveau au sein du secteur des transports que ces réductions se concentrent et, en particulier dans les transports routiers (qui prennent à leur compte la quasi-totalité des baisses d'émissions du secteur)<sup>1</sup>.

**TABLEAU 26 - Résultats relatifs aux consommations d'énergie et aux rejets de CO<sub>2</sub> (variante 2)**  
(différences, en %, par rapport à la simulation de base)

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Consommation finale d'énergie</b>					
- Total	-0,14	-0,10	-0,09	-0,08	-0,07
- dont transports	-0,77	-0,62	-0,60	-0,59	-0,58
- - transports ferroviaires	-0,04	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
- - transports urbains et routiers	-0,31	-0,30	-0,30	-0,29	-0,29
- - transports par eau et aériens	-0,59	-0,66	-0,72	-0,75	-0,78
- - Services auxiliaires de transports et communic.	-0,21	-0,22	-0,22	-0,21	-0,21
<b>Emissions de CO<sub>2</sub></b>					
- Total	-0,17	-0,14	-0,14	-0,13	-0,13
- dont transports	-1,06	-0,90	-0,89	-0,88	-0,87
- - transports ferroviaires	-3,23	-2,77	-2,48	-2,28	-2,14
- - transports routiers	-1,01	-0,86	-0,84	-0,83	-0,83
- - transports par eau et aériens	-2,99	-2,94	-2,90	-2,85	-2,81

## c. Impact op de overheidsfinanciën

De maatregel leidt voor de overheid tot een *ex post* toename van de ontvangsten uit indirecte belastingen met 200 miljoen euro in het eerste jaar (zie tabel 27). Op middellange termijn bedraagt de extra opbrengst 226 miljoen. Door het ontmoedigende effect van de accijnsverhoging op de particuliere consumptie in het algemeen en op het energieverbruik in het bijzonder zijn de extra inkomsten uit indirecte belastingen *ex post* kleiner dan *ex ante*. De impact op de andere ontvangsten blijft beperkt. Aan de uitgavenzijde leidt de toegenomen inflatie tot

1. La baisse des émissions des branche transports ferroviaires et transport par eau et aérien est négligeable, en niveau absolu.

meer overheidsconsumptie en sociale uitkeringen. De rentelasten verminderen door de verbeterde budgettaire situatie (hoger primair saldo)<sup>1</sup>. Het resultaat is een verbetering van het vorderingensaldo met 148 miljoen euro in het eerste jaar. Op middellange termijn bedraagt de bonus 168 miljoen in vergelijking met de basissimulatie.

**TABEL 27 - Budgettaire effecten van variant 2**  
(verschillen in miljoen euro t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
Lopende ontvangsten, waarvan	188	191	184	188	193
- Directe belastingen	-11	-29	-33	-30	-28
- Indirecte belastingen	200	220	218	222	226
waarvan accijnzen	196	206	210	214	218
- Sociale premies	-2	-2	-3	-6	-6
Lopende uitgaven, waarvan	43	46	39	34	27
- Overheidsconsumptie	17	26	27	28	28
- Overdrachten aan de huishoudens <sup>a</sup>	14	12	14	13	14
- Rentelasten	4	-2	-11	-17	-25
Saldo van de lopende verrichtingen	145	145	145	154	167
Saldo van de kapitaalverrichtingen	3	2	2	2	2
Vorderingensaldo	148	147	147	156	168

a. excl. overdrachten in natura.

### 3. Variant 3: bijkomende spoorinvesteringen

In de derde variant liggen de spoorweginvesteringen 0,05 % van het bbp hoger dan in de basissimulatie. Daarbij wordt verondersteld dat de bestaande structuur van het investeringspakket niet verandert, dus dat elke productcategorie (uitrustingsgoederen, bouwwerken, ...) proportioneel toeneemt. De bijkomende investeringen worden gefinancierd door de overheid via een kapitaaloverdracht aan de sector van de vennootschappen. Concreet betekent dat een *ex ante* toename van de spoorweginvesteringen (en een *ex ante* vermindering van het vorderingensaldo van de overheid) van 139 miljoen euro in 2004 tot 162 miljoen in 2008 (zie tabel 28). In vergelijking met de basissimulatie stijgen de spoorweginvesteringen met 7,5 à 8,5 %.

1. De toename van de rentelasten in het eerste jaar wordt verklaard door de (zeer kleine) invloed van de gestegen inflatie op de nominale rentevoeten. Het prijseffect vertaalt zich grotendeels in een vermindering van de reële rentevoeten.

**TABEL 28 - Ex ante omvang en financiering van variant 3**  
(verschillen in miljoenen euro t.o.v. de basissimulatie, tenzij anders vermeld)

	2004	2005	2006	2007	2008
Bijkomende spoorweginvesteringen	139	146	151	157	162
Vorderingensaldo van de overheid	-139	-146	-151	-157	-162
In % van de spoorweginvesteringen in de basissimulatie	7,5	8,5	8,2	7,9	7,8
In % van de bedrijfsinvesteringen in de basissimulatie	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

### a. Macro-economische resultaten

De maatregel heeft een gunstige impact op de economische activiteit. Het bbp stijgt in het eerste jaar met 0,05 %. Nadien vermindert het effect. Op middellange termijn ligt het bbp *ex post* nog 0,03 % boven zijn niveau van de basissimulatie, wat betekent dat de multiplier kleiner is dan 1 (ongeveer 0,6). De extra investeringen doen de invoer immers toenemen.

De stijging van de werkgelegenheid (ruim 1 100 banen in het eerste jaar, ruim 1 200 op middellange termijn t.o.v. de basissimulatie) levert bijkomende koopkracht en stimuleert de particuliere consumptie. Daarbij is het interessant om de resultaten voor enkele consumptiecategorieën te bekijken (zie tabel 29). Opvallend is de toename van de vraag naar vervoersdiensten. Dat heeft hoofdzakelijk te maken met de stijgende vraag naar diensten in het algemeen wanneer de koopkracht toeneemt. Voor het reizigersvervoer per trein, tram en metro speelt bovendien een specifiek - zij het beperkt - aanbodeffect. De bijkomende investeringen verhogen de attractiviteit van (en dus de vraag naar) die diensten. De aankoop van voertuigen en de consumptie van benzine en diesel gaan evenwel niet achteruit als gevolg van de gestegen economische activiteit en de koopkrachttoename<sup>1</sup>. Er is een gering substitutie-effect voor het vervoer per trein ten koste van het wegvervoer, maar dit effect wordt meer dan gecompenseerd door het inkomenseffect (dat leidt tot een algemene stijging van de vraag naar vervoer).

De zeer lichte toename van de CO<sub>2</sub>-uitstoot is grotendeels toe te schrijven aan de electriciteitssector, als gevolg van een stijgende vraag van o.m. de spoorwegen. De toename van de uitstoot door het wegvervoer blijft daarentegen marginaal.

1. Verfijningen m.b.t. de rol van 'aanbodeffecten' en de substitutie tussen eigen vervoer en vervoersdiensten worden momenteel verder onderzocht. Zo spreekt het voor zich dat meerjareninvesteringen (zoals de hst) pas na verloop van jaren het consumptiegedrag van de particulieren m.b.t. vervoer kunnen beïnvloeden.

**TABEL 29 - Impact van variant 3 op de reële consumptie van de huishoudens en, tussen haakjes, op de consumptieprijsen**  
(verschillen in % t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
Totaal, waarvan	0,02 (0,01)	0,02 (0,01)	0,02 (0,01)	0,02 (0,01)	0,02 (0,02)
- Uitgaven i.v.m. het gebruik van voertuigen <sup>a</sup>	0,01 (0,00)	-0,00 (0,00)	-0,00 (0,00)	-0,00 (0,00)	-0,00 (0,00)
- Vervoersdiensten	0,01 (0,00)	0,05 (0,00)	0,07 (0,00)	0,09 (0,01)	0,09 (0,01)
- Reizigersvervoer per trein, tram en metro	0,01 (0,00)	0,05 (0,00)	0,09 (0,00)	0,11 (0,00)	0,12 (0,00)
- Reizigersvervoer over de weg	0,00 (0,01)	0,02 (0,01)	0,04 (0,01)	0,04 (0,01)	0,05 (0,02)
- Overige vervoersdiensten	0,02 (0,00)	0,06 (0,00)	0,09 (0,00)	0,09 (0,01)	0,08 (0,01)

a. grotendeels benzine en diesel.

Het weze opgemerkt dat niet alleen de hoogte, maar ook de samenstelling van het bijkomende investeringspakket van belang is, zeker op het vlak van de werkgelegenheid. Ruim 40 % van het huidige investeringspakket (en dus ook van het bijkomende pakket van de variant) bestaat uit bouwwerken en komt vooral de -relatief arbeidsintensieve - bouwsector ten goede. Een andere samenstelling kan het werkgelegenheidsresultaat beïnvloeden.

#### **b. Sectorale resultaten**

De resultaten per bedrijfstak leveren hierover bijkomende informatie. De stijging van de toegevoegde waarde is significant voor de bouw en, vooral, voor het spoorwegvervoer. Deze laatste is op het vlak van spoorweginvesteringen namelijk een belangrijke leverancier voor zichzelf. Van de 1 100 bijkomende jobs in het eerste jaar situeren er zich 400 in de bouw en het spoorwegvervoer. Op middellange termijn gaat het om 700 van de 1 200 jobs. De overige banen worden grotendeels in de takken 'handel en horeca' en 'overige marktdiensten' gecreëerd.

**TABEL 30 - Voornaamste macro-economische resultaten van variant 3**  
(verschillen in % t.o.v. de basissimulatie, tenzij anders vermeld)

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>VRAAG EN PRODUCTIE (constante prijzen)</b>					
- Particuliere consumptie (huishoudens en izw's)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
- Bruto-investeringen	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29
. Ondernemingen	0,44	0,43	0,42	0,41	0,41
- Totale binnenlandse vraag	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
- Uitvoer	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
- Invoer	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
- Bbp	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
<b>PRIJZEN EN KOSTEN</b>					
- Particuliere consumptie	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
- Gezondheidsindex	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
- Uitvoer	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
- Invoer	0,00	-0,00	0,00	0,00	0,00
- Ruilvoet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
- Bbp-deflator	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02
- Reëel uurloon per werknemer (marktsector)	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	0,00
- Loonkost per eenheid product (marktsector)	-0,02	-0,01	0,00	0,01	0,01
<b>WERKGELEGENHEID</b>					
- Procentueel verschil	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
- Verschil in duizendtallen	1,12	1,10	1,13	1,18	1,23
- Productiviteit per uur (marktsector)	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
<b>INKOMENS</b>					
- Reëel beschikbaar inkomen van de particulieren	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
- Particuliere spaarquote (niveauverschil)	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
- Bruto-exploitatieoverschot van de ondernemingen (verschil in % van het bbp)	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
<b>SALDO VAN DE LOPENDE VERRICHTINGEN MET HET BUITENLAND</b>					
- Verschil in miljard euro	-0,08	-0,09	-0,10	-0,10	-0,11
- Verschil in % van het bbp	-0,03	-0,03	-0,03	-0,04	-0,04
<b>ENERGIE EN EMISSIES</b>					
- Energie-eindverbruik	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
- Energiegebonden CO <sub>2</sub> emissies	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

**TABEL 31 - Voornaamste sectorale resultaten van variant 3**  
(verschillen in % t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>TOEGEVOEGDE WAARDE (constante prijzen)</b>					
- Landbouw	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00
- Energie	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
- Verwerkende nijverheid	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
. Intermediaire goederen	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
. Uitrustingsgoederen	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01
. Consumptiegoederen	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00
- Bouw	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21
- Vervoer en communicatie	0,14	0,14	0,12	0,11	0,10
. Vervoer per spoor	1,01	1,08	0,98	0,88	0,79
. Stads- en wegvervoer	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07
. Vervoer over water en luchtvaart	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
. Vervoersonderst. activ. en communic.	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
- Handel en horeca	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
- Krediet en verzekeringen	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
- Gezondheidszorg en maatsch. dienstverlening	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
- Overige marktdiensten	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
Totaal van de marktsectoren	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
<b>WERKGELEGENHEID</b>					
- Landbouw	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
- Energie	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
- Verwerkende nijverheid	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
. Intermediaire goederen	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
. Uitrustingsgoederen	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
. Consumptiegoederen	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
- Bouw	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12
- Vervoer en communicatie	0,06	0,09	0,12	0,14	0,17
. Vervoer per spoor	0,29	0,53	0,73	0,90	1,06
. Stads- en wegvervoer	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
. Vervoer over water en luchtvaart	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
. Vervoersonderst. activ. en communic.	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
- Handel en horeca	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
- Krediet en verzekeringen	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
- Gezondheidszorg en maatsch. dienstverlening	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Overige marktdiensten	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Totaal van de marktsectoren	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04



### c. Impact op de overheidsfinanciën

De budgettaire situatie van de overheid verslechtert uiteraard als gevolg van de gestegen kapitaaluitgaven. Toch is de budgettaire kost *ex post* kleiner dan *ex ante*, dankzij de toegenomen economische activiteit en werkgelegenheid. Dat leidt aan de inkomstzijde tot bijkomende fiscale en parafiscale ontvangsten. De lopende uitgaven nemen eveneens toe, zij het in mindere mate. De hogere inflatie leidt tot meer overheidsconsumptie en neutraliseert op middellange termijn ook het gunstige effect van de verminderde werkloosheid op de overdrachten aan de huishoudens. De rentelasten nemen eveneens toe, aangezien de maatregel met overheidsschuld wordt gefinancierd. Het vorderingensaldo van de overheid daalt in het eerste jaar met 90 miljoen. Op middellange termijn ligt het vorderingensaldo ruim 130 miljoen onder het niveau van de basissimulatie.

**TABEL 32 - Budgettaire effecten van variant 3**  
(verschillen in miljoen euro t.o.v. de basissimulatie)

	2004	2005	2006	2007	2008
Lopende ontvangsten, waarvan	52	53	57	62	67
- Directe belastingen	28	27	27	28	29
- Indirecte belastingen	10	10	10	10	11
waarvan accijnzen	1	1	1	1	1
- Sociale premies	13	16	19	23	26
Lopende uitgaven, waarvan	1	9	18	27	36
- Overheidsconsumptie	3	6	8	10	12
- Overdrachten aan de huishoudens <sup>a</sup>	-4	-2	-1	0	1
- Rentelasten	0	4	8	13	19
Saldo van de lopende verrichtingen	51	44	39	35	31
Saldo van de kapitaalverrichtingen	-141	-146	-152	-157	-163
Vorderingensaldo	-90	-102	-113	-122	-132

a. excl. overdrachten in natura.