



Bureau du Plan

DG 4082

24

Décembre 1987

**UN OUTIL D'ANALYSE MACRO-SECTORIELLE
DE L'ECONOMIE BELGE
Le Modèle HERMES**

F. Bossier - P. Strumelle - S. Standaert



Bureau du Plan

Décembre 1987.

(87)FB-PS-SFS/4082/al/5295

UN OUTIL D'ANALYSE MACRO-SECTORIELLE DE L'ECONOMIE BELGE

LE MODELE HERMES



(*) Le projet HERMES est financé par la Commission des Communautés Européennes (DGXII) et les Services de Programmation de la Politique Scientifique (S.P.P.S.)



TABLE DES MATIERES

	Page
1. INTRODUCTION	3
2. STRUCTURE GENERALE DU MODELE HERMES	6
2.1 Origine du projet	6
2.2 Le modèle HERMES belge	7
2.2.1 Structure générale	7
2.2.2 La structure Input-Output du modèle	10
2.3 Le bloc de production : une approche Putty Clay	13
2.3.1 Principes de base	13
2.3.2 Relations entre les facteurs : élasticités de substitution	14
2.3.3 Demande de facteurs optimale et effective	15
2.3.4 La fonction d'investissement	17
2.4 Le module énergie	19
2.4.1 Fonctionnement du module	19
2.4.2 Le choix d'un modèle pour l'analyse des substitutions énergétiques	21
2.4.3 Une application concrète du module énergie d'HERMES : le calcul de bilans énergétiques annuels	23
2.5 Le module de consommation	25
2.5.1 Description générale	25
2.5.1.1 Nomenclature	25
2.5.1.2 Les mécanismes de décision au sein du module de consommation	26
2.5.2 Le volume global de consommation	28
2.5.3 Les biens durables (et non durables complémentaires)	28
2.5.3.1 La demande agrégée en biens durables	28
2.5.3.2 L'allocation au sein des biens durables	29
2.5.4. Les biens non durables	33
2.5.4.1 Le logement, les services domestiques, les soins de santé	33
2.5.4.2 Les autres biens non durables	34
2.6 Le module prix-salaires	36
2.6.1 Principe de base	36
2.6.2 Illustration des résultats : les salaires et les prix de production	37
2.7 Le commerce extérieur	39



2.7.1	Les importations de biens et services	39
2.7.2	Les exportations de biens et services	40
2.8	Les finances publiques	44
2.8.1	Le cadre général	44
2.8.2	Modélisation des ressources et des dépenses de l'Etat (compte de revenu)	46
2.8.3	Les opérations en capital de l'Etat	48
3.	SIMULATION DE CONTROLE DU MODELE HERMES : PERIODE 1980-1984	49
3.1	Résultats de la simulation de contrôle	49
3.1.1	Résultats au niveau macroéconomique	51
3.1.2	Résultats au niveau énergétique	53
3.1.3	Résultats sectoriels	53
3.2	Conclusions	54
4.	ANALYSE EN VARIANTES DU MODELE HERMES	61
4.1	Variante n° 1 : relance des investissements publics	61
4.2	Variante n° 2 : dévaluation du franc belge de 10 %	68
4.3	Variante n° 3 : Augmentation des salaires réels de 1 %	74
4.4	Variante n° 4 : Accroissement ex-ante des investissements des industries manufacturières de 10 %	79
	ANNEXE 1 : Division sectorielle adoptée dans le modèle HERMES	84
	ANNEXE 2 : Principales relations du modèle HERMES	85
	BIBLIOGRAPHIE	96



1. INTRODUCTION

Cette note a pour objet de présenter la dernière version d'un modèle macrosectoriel pour l'économie belge, qui a été construit au Bureau du Plan de 1981 à 1985 (1). HERMES est un modèle économétrique de simulation à moyen terme dont le but essentiel est de fournir un instrument d'analyse et de prospective destiné à mieux comprendre les évolutions structurelles ayant caractérisé l'économie belge ces quinze dernières années et à cerner les principaux enjeux économiques pour les dix années à venir (2).

La désagrégation de l'économie que propose HERMES (à savoir huit grands secteurs marchands et un secteur non marchand) permet à ce modèle de tenir compte des comportements spécifiques propres aux différents secteurs qui sont distingués par le modèle . Ainsi, une attention toute particulière est consacrée au secteur énergétique: celui-ci fait en effet l'objet d'une ventilation en huit produits, constituant autant de composantes de l'activité du secteur pris globalement. L'analyse qui est faite par HERMES dans le domaine de l'énergie permet par ailleurs de calculer les consommations d'énergie propres à chaque agent et d'évaluer les répercussions de celles-ci sur les comptes extérieurs du pays.

Le modèle HERMES propose également une analyse détaillée des comportements en matière de consommation des ménages. Quinze formes différentes de consommation de biens et services sont en effet étudiées à l'aide d'un module d'allocation.

Un autre aspect crucial du modèle a trait à sa dimension multinationale. Le modèle Hermes développé pour la Belgique est destiné à être intégré dans un système de modèles à structure identique, construits pour chaque pays membre de la CEE et reliés entre eux par un module traitant des relations bilatérales. Ce système de modèles européens est complété par des modèles simplifiés construits pour le Japon, les Etats Unis et cinq autres régions du Monde. Différentes applications du projet HERMES sont envisagées sur le plan multinational. Une étude qui est menée actuellement a trait à l'évaluation des effets de l'achèvement du grand marché intérieur européen à l'horizon 1992.

La note est structurée comme suit : la section 2 présente la structure de base du modèle HERMES et analyse de manière détaillée les principaux blocs d'équations. Le bloc de production, pour lequel des modèles à génération de capital avec substitution ex-ante et complémentarité ex-post ont été sélectionnés, jouit d'une attention particulière. D'autres blocs, tels que le module prix-salaires, le commerce extérieur ou le module énergétique sont également détaillés. La section 3 est consacrée à l'examen d'une simulation historique du modèle HERMES, réalisée sur la période 1980-1984. La section 4 présente différentes simulations en

(1) La construction de la version actuelle du modèle HERMES est le résultat des travaux d'une équipe d'économistes du Bureau du Plan composée de F. Bossler, B. Maertens, S. Standaert, P. Strumelle et W. Vanderbeken. En outre, ont participé activement à des phases antérieures du projet M. Charles (actuellement économiste à la Générale de Banque), Y. Devulder (actuellement économiste à la Fédération des Industries Chimiques) et Y. Van Frausum (actuellement économiste à l'Asian Institute of Technology - Bangkok), ainsi que M. Charlier et D. Foucart.

(2) HERMES = Harmonized European Research for Macrosectoral and Energy Systems



variante (chocs exogènes ou mesures de politique économique) permettant d'illustrer les propriétés dynamiques du modèle et de mettre en évidence ses principaux multiplicateurs. Enfin, nous re prenons en annexe une liste des principales relations du modèle et les symboles utilisés par celui-ci .

ENCADRE 1

FICHE TECHNIQUE DU MODELE HERMES-BELGIQUE

Caractéristiques générales :

Modèle économétrique dynamique annuel et de moyen terme (trois à huit ans).
Modèle macro-sectoriel (neuf branches) et énergétique (huit produits énergétiques).
Fonction de production à quatre facteurs (capital, travail, énergie, autres consommations intermédiaires) avec possibilité de choix des techniques "ex-ante" (approche putty-clay).
Le niveau macro-économique est éclaté en neuf secteurs : agriculture, énergie, biens intermédiaires, biens d'équipement, biens de consommation, construction, transports et communications, autres services marchands, services non marchands (administrations publiques, logement, domestiques).
La branche Energie est éclatée en huit produits énergétiques : charbon, coke, pétrole brut, produits pétroliers, gaz naturel, gaz dérivés, électricité, autres énergies dont combustible nucléaire.

Caractéristiques quantitatives :

1348 variables dont 200 variables exogènes.
1150 équations dont 315 équations de comportement.

Estimation du modèle et support informatique :

Méthodes des moindres carrés ordinaires, méthodes des moindres carrés généralisés, méthode d'estimation d'équations simultanées de A.Zellner, méthodes d'estimation non linéaires.

Période d'estimation : 1960-1985.
Logiciel d'estimation : KA (Bureau du Plan).
Logiciel de simulation : KA (Bureau du Plan).
Méthode de résolution : Gauss-Seidel.



Bases de données :

Bases de données macro-économiques et sectorielles établies à partir des comptes nationaux SEC (Nace-Clio) publiés par l'OSCE (tableaux agrégés et détaillés).

Pour l'emploi, les productions et le commerce extérieur sectoriels : fichiers BPEMPLI et STATPROD du Bureau du Plan, et statistiques douanières par produits.

Base de données Energie établie à partir des bilans énergétiques annuels publiés par l'OSCE.

Objet et utilisation du modèle :

Instrument d'analyse macro-économique (simulations en compte central ou variantielles) à contenu sectoriel et à fonction énergétique.

Simulations de mesures de politique économique (politiques budgétaire et monétaire, politiques des transferts sociaux, des revenus, de l'emploi...), de variantes d'aléas internationaux et de modifications technologiques.

Apport intrinsèque du modèle à ce type d'analyses compte tenu de son découpage sectoriel et énergétique.

Input du modèle :

Les variables exogènes se composent de variables concernant l'environnement international (commerce mondial, prix des importations et des exportations mondiales, prix des importations mondiales des produits énergétiques détaillées), des variables de politique monétaire (taux d'intérêts étrangers, taux de change), des variables de politiques budgétaire et fiscale, des variables démographiques, des variables énergétiques spécifiques (structure de la production d'électricité...)

Output du modèle :

Emploi et ressources de biens et services, répartition du produit intérieur brut (calcul du revenu national), comptes d'agents (administrations publiques, sociétés et quasi-sociétés, ménages, Reste du monde), comptes sectoriels pour les neuf branches, structure détaillée de la consommation des ménages en quinze fonctions, bilans énergétiques distinguant huit produits énergétiques.



2. STRUCTURE GENERALE DU MODEL HERMES

2.1 Origine du projet

C'est à partir de l'année 1981 et à l'initiative de la Commission des Communautés Européennes qu'est entreprise la construction simultanée, dans les neuf (puis les douze) pays de la CEE, de modèles macrosectoriels. Les modèles qui sont développés ont en principe une structure identique, chaque modèle national étant bien entendu adapté aux caractéristiques du pays concerné (1).

Les différents modèles nationaux sont intégrés dans un modèle multinational, basé sur la modélisation des flux de commerce bilatéraux et des prix qui en relèvent: le modèle MSLINK (2) qui distingue huit zones géographiques en plus des pays membres de la CEE pour lesquels un modèle HERMES est développé.

ENCADRE 2

LA DIVISION EN ZONES GEOGRAPHIQUES RETENUE DANS LE PROJET HERMES

1. **Pays membres de la CEE** (pour lesquels un modèle HERMES national est développé) : Belgique, Danemark, Espagne, Grèce, France, Irlande, Italie, Pays-Bas, Portugal, RFA, Royaume-Uni.
2. **Les deux principaux partenaires de l'OCDE** : Etats-Unis, Japon.
3. **Les zones du Reste du Monde** :
 - Autres pays de l'OCDE,
 - Pays à économie planifiée,
 - Pays membres de l'OPEP,
 - Pays en développement rapide,
 - Autres pays en développement

Différents exercices en simulation liée, destinés à démontrer l'intérêt d'une modélisation réalisée à l'échelon européen sont envisagés: un exercice entamé actuellement vise à étudier les effets de l'achèvement du grand marché intérieur à l'horizon 1992.

(1) Le modèle de référence est présenté dans une note de G. D'ALCANTARA et A. ITALIANER (1982).

(2) Le modèle MSLINK est présenté par A. ITALIANER (1986).



2.2 Le modèle HERMES belge

2.2.1 Structure générale

Le modèle HERMES qui a été développé pour la Belgique contient environ onze cent cinquante équations et deux cents variables exogènes. Sa dimension relativement importante tient à plusieurs facteurs :

- le nombre de secteurs que le modèle distingue : HERMES subdivise l'économie belge en neuf secteurs producteurs (dont huit secteurs marchands et un secteur non marchand) et réalise pour chacun d'entre eux un calcul des comptes d'emplois-ressources détaillés, débouchant sur la mise en évidence de tableaux input-output annuels agrégés;
- l'analyse de la consommation des ménages contribue également à agrandir la taille du modèle : HERMES distingue quinze fonctions de consommation, calculées à prix courants et à prix constants, faisant l'objet d'une subdivision supplémentaire dans certains cas (les fonctions chauffage et énergie pour transport personnel);
- enfin, le développement d'un module énergétique détaillé, qui permet de subdiviser le secteur énergétique en huit sous-branches et d'allouer la demande d'énergie de toute provenance entre ces huit produits constitue un facteur supplémentaire non négligeable d'accroissement du nombre d'équations.

ENCADRE 3

Nomenclatures :

Branches

A	=	Agriculture
E	=	Energie
Q	=	Biens intermédiaires
K	=	Biens d'équipement
C	=	Biens de consommation
B	=	Construction
Z	=	Transports et communications
L	=	Autres services marchands
N	=	Services non marchands

Produits énergétiques

E1	=	Charbon
E2	=	Coke
E3	=	Pétrole brut
E4	=	Produits pétroliers
E5	=	Gaz naturel
E6	=	Gaz dérivés
E7	=	Electricité
E8	=	Autres énergies (dont combustible nucléaire)



Consommation des ménages par catégorie

C1 =	Alimentation, boissons et tabac	C9 =	Energie pour transport personnel
C2 =	Habillement, chaussure	C10 =	Transports collectifs
C3 =	Logement	C11 =	Communications
C4 =	Combustibles pour chauffage	C12 =	Soins médicaux et dépenses de santé
C5 =	Eclairage	C13 =	Services récréatifs, éducation, culture
C6 =	Services domestiques	C14 =	HORECA et autres rubriques NDA
C7 =	Equipement ménager	C15 =	Dépenses des ménages à l'étranger
C8 =	Equipement de transport personnel		

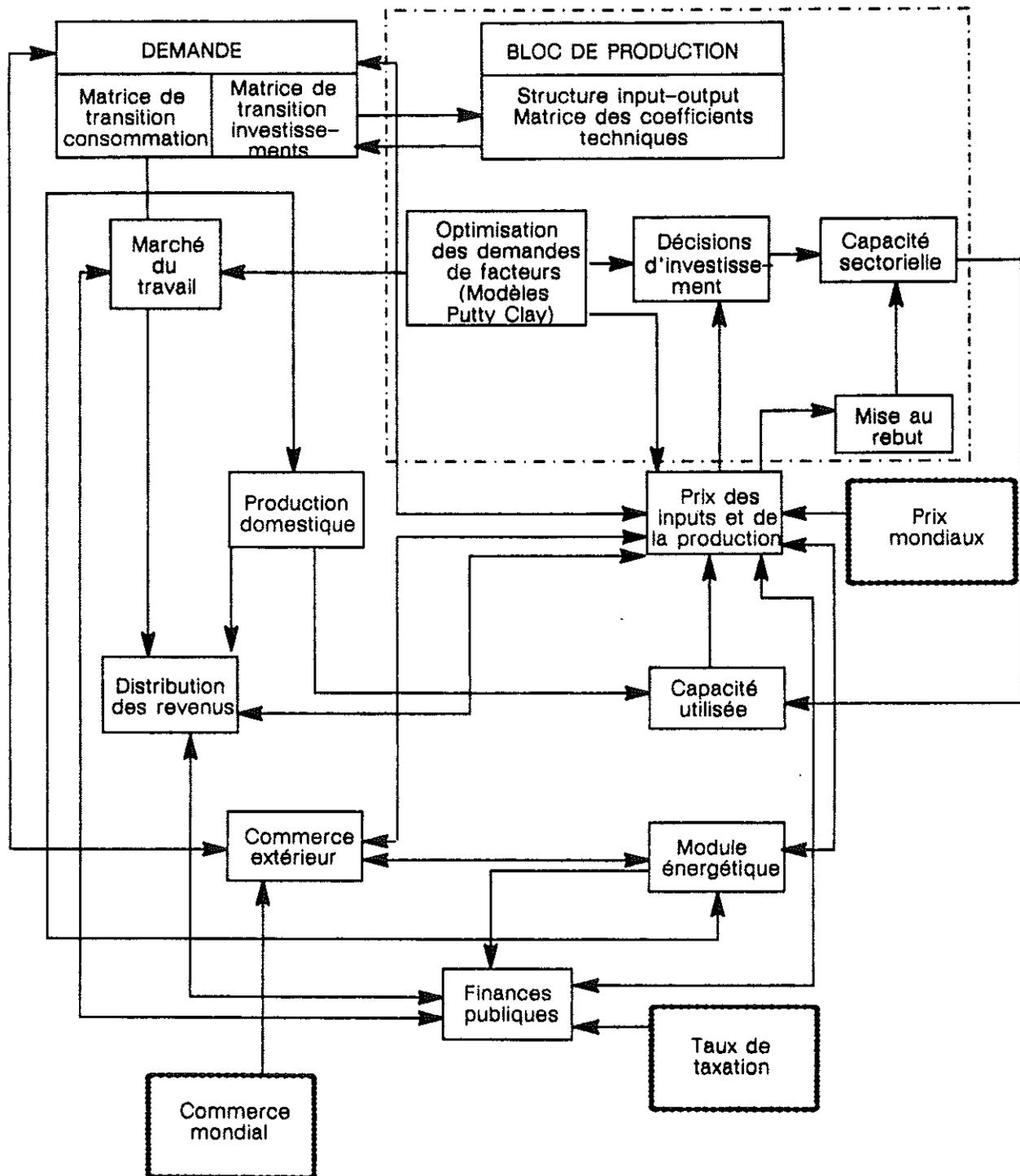
Le figure 1 reprise ci-dessous reconstitue les principales relations liant les variables d'HERMES. Fondamentalement, HERMES est un modèle de moyen terme orienté sur la demande, mais dans lequel des éléments d'offre jouent un rôle non négligeable. L'activité sectorielle est, la plupart du temps, déterminée par la demande, intermédiaire ou finale, et à moyen terme, l'accumulation des capacités de production procède également de cette logique. L'ajustement entre le niveau sectoriel de la production et les capacités existantes joue un rôle fondamental, à court terme, pour expliquer les prix, les investissements et les importations.

HERMES incorpore dans ce schéma général des effets néoclassiques fondamentaux, en ce qui concerne la génération des coefficients techniques marginaux optimaux (obtenus sur base d'une minimisation des coûts de la branche) ou la détermination des investissements. Des éléments d'offre interviennent également pour expliquer l'évolution des capacités de production et des exportations sectorielles.

Le fonctionnement général d'HERMES peut dès lors se comprendre aisément : partant de la détermination de la demande intérieure et extérieure s'adressant à chaque secteur, le modèle détermine l'évolution des capacités de production rentables. A cet effet il calcule l'allocation optimale des ressources de chaque secteur entre les différents facteurs de production en se basant sur l'évolution anticipée des prix de ceux-ci. Les coûts des entreprises constituent le facteur explicatif principal de la formation des prix dans HERMES, mais ceux-ci dépendent également de l'utilisation des capacités. Une fois la demande sur les différents marchés et les prix calculés, le modèle procède à l'allocation des ressources totales entre les différents agents et calcule leur revenu disponible en tenant compte des prélèvements opérés par l'Etat et des transferts réalisés par celui-ci. Parallèlement, HERMES réalise un calcul des emplois et ressources en énergie qui permet de déboucher sur la construction de balances énergétiques annuelles. La construction de ces balances constitue un des apports originaux du modèle qui, de plus, grâce à sa sectorialisation, offre également la possibilité d'évaluer des inputs-outputs annuels à neuf secteurs



Figure 1 : représentation simplifiée du modèle HERMES





2.2.2 La structure Input-Output du modèle HERMES

Un aspect essentiel de la modélisation sectorielle qui est menée avec HERMES a trait à la reconstitution de tableaux entrées-sorties annuels à neuf secteurs. Un exemple de tableau entrées-sorties annuel à neuf secteurs est donné ci-dessous, avec le tableau de 1980. Un tel tableau constitue une source d'analyse fondamentale pour les études sectorielles. Il permet, par exemple, de suivre l'écoulement des ventes d'un secteur vers la demande intermédiaire et la demande finale : on peut ainsi remarquer, que pour 1980, une grosse partie des ventes du secteur des biens intermédiaires se fait avec les autres secteurs, alors que, par contre, le secteur de la construction livre essentiellement des biens à la demande finale.

Le tableau de 1980 permet également de reconstituer la formation des différentes formes de revenus via le calcul des composantes de la valeur ajoutée et d'étudier la contribution de chaque secteur à la valeur ajoutée totale. On constate ainsi que les services (transports, autres services marchands et services non-marchands) fournissent une contribution essentielle à cette valeur ajoutée. Une autre analyse intéressante concerne l'importance relative des différentes composantes de la demande finale pour chaque secteur. On voit par exemple que l'exportation constitue un poste essentiel pour le secteur des biens intermédiaires, alors que cette composante est négligeable pour la construction et proportionnellement peu importante pour les transports et les services.



TABLEAU ENTREES - SORTIES SELON L'AGREGATION HERMES
ANNEE : 1980

Branches	CONSOMMATION INTERMEDIAIRE											Total sorties interm.
	A	E	Q	K	C	B	Z	L	N			
Agriculture	6.4	4.9	.3	.0	206.0			10.0	1.2			224.5
Energie -E1	5.4	20.8	65.9	7.9	19.3	2.2	32.4	64.5	18.7			237.0
-E2	2.7	9.1	16.9	1.3	4.1	6.0		8.8	.1			264.2
Biens intermédiaires	9.3	5.7	204.8	67.9	54.1	126.1	2.4	27.8	3.5			501.6
Biens d'équipement	3.5	11.2	34.8	173.8	19.3	42.9	7.4	24.5	32.4			349.7
Biens de consommation	50.1	2.1	27.0	20.8	143.9	37.1	3.8	127.7	16.2			428.6
Construction	.2	5.5	3.8	1.1	2.7		.9	17.0	55.7			86.9
Transports et commun.	4.1	5.5	34.5	9.4	23.5	10.1	5.2	37.5	16.3			146.1
Autres serv. marchands	13.2	14.4	56.0	43.6	63.4	51.7	14.9	21.4	47.7			326.3
Services non marchands												
Total entrées interm.	94.6	290.0	444.0	325.8	536.3	276.1	67.0	339.2	191.8			2564.8
Salaires et traitements	4.0	53.4	132.4	182.7	164.4	103.2	129.6	425.7	433.0			1628.4
Cotisation soc. pat.	.6	11.8	33.6	43.8	43.5	47.3	50.8	127.7	79.1			438.3
Excédent net d'exploit.	63.3	32.8	-1.4	3.9	46.4	86.7	113.2	286.3	134.9			765.9
Consom. de capital fixe	10.1	26.6	41.3	24.4	31.5	12.9	41.0	59.0	65.0			312.1
Valeur ajoutée au C.F.	78.1	124.6	205.9	254.9	285.8	250.1	334.5	898.7	712.1			3144.7
Impôts liés à la prod.	-3	45.3	2.0	.7	27.3	.9	1.5	57.9				135.3
Subventions d'exploit.	4.6	8.5	2.0	2.2	8.9	.2	66.1	34.5	11.4			138.5
Valeur ajoutée au P.M.	73.2	161.3	205.9	253.4	304.2	250.7	270.0	922.1	700.7			3141.4
Production effective au prix départ usine	167.8	451.3	649.9	579.1	840.5	526.8	336.9	1261.3	892.5			5706.3
Transferts	-4.7	3.6	-1.6	-3	6.7	.0		1.5	-5.2			.0
Production distribuée au prix départ usine	163.2	455.0	648.4	578.9	847.4	526.9	336.9	1263.0	887.5			5707.1
Importation de produits similaires (C.A.F.)	121.7	372.6	426.7	512.4	529.6	19.3	55.4	120.5				2158.2
Droits de douane	14.8	.5	2.0	5.6	14.3	.0	.0	.0				37.2
TVA grevant les prod.	2.7	24.0	10.7	35.2	48.6	55.9	9.7	68.9				255.6
Total des ressources, prix départ usine, départ douane	302.5	852.0	1087.8	1132.0	1439.9	602.0	402.1	1452.4	887.5			8157.2



**TABLEAU ENTREES - SORTIES SELON L'AGREGATION HERMES
ANNEE : 1980**

Branches	EMPLOIS FINALS						Total emplois prix départ usine, départ douane
	Cp	G	Inv	Δst	X	Total emplois finals	
Agriculture	54.7		-1.1	-24.7	49.1	78.0	302.5
Energie	175.3			-19.2	194.7	350.8	852.0
Biens intermédiaires	64.2			-34.2	556.2	586.2	1087.8
Biens d'équipement	138.2		222.6	-52.6	474.2	782.3	1132.0
Biens de consommation	491.0		10.5	8.5	501.3	1011.3	1439.9
Construction	8.6		467.1	7.9	31.6	515.1	602.0
Transport et commun.	79.7		1.4	63.8	111.0	256.0	402.1
Autres services marchands	869.9		27.8	48.2	180.2	1126.2	1452.4
Services non marchands	244.4	613.9				858.3	858.3
Total entrées interm.	2126.0	613.9	728.2	-2.3	2098.3	5564.1	8129.0



2.3 Le bloc de production : une approche Putty Clay

2.3.1 Principes de base

Le bloc de production du modèle joue un rôle central dans le modèle HERMES. C'est en effet dans ce bloc que sont calculées les demandes de facteurs de production; c'est également à ce niveau que l'on estime les capacités de production sur base de mécanismes d'accumulation et de déclassement en principe endogène.

Le bloc de production s'articule autour de fonctions de production de type Putty Clay, à quatre facteurs, permettant d'étudier les possibilités de substitution ex-ante entre ces facteurs.

Les fonctions de production qui ont été choisies sont de la forme CD-CES à deux niveaux : deux fonctions internes, de type CES combinent le capital et l'énergie, d'une part, le travail et les autres consommations intermédiaires, d'autre part. La fonction externe, qui relie les deux classes de facteurs est supposée de type Cobb-Douglas. De plus, on admet un progrès technique neutre au sens de Hicks. Enfin, on admet également que la fonction est linéaire et homogène (1).

$$Y_t'' = A e^{rt} (\alpha I_t^{-\rho} + (1-\alpha) X_{Et}''^{-\rho})^{-\delta/\rho} (\gamma X_{Lt}''^{-v} + (1-\gamma) X_{Mt}''^{-v})^{-(1-\delta)/v} \quad (1)$$

où Y_t'' représente la nouvelle capacité de production introduite au temps t

X_{it}'' représente l'input marginal correspondant à la nouvelle capacité de production (L = emploi; E = énergie; M = autres consommations intermédiaires)

I_t représente l'investissement brut au temps t

r est le taux de progrès technique

α et γ sont les paramètres de distribution, respectivement pour les classes I-E et L-M

δ est le paramètre de répartition entre les deux classes

ρ et v sont les paramètres des CES, desquels peuvent être dérivées les élasticités de substitution existant dans chaque classe

(1) Voir à ce sujet : SATO, K. (1967).



Pour chaque nouvelle génération d'équipement, le choix de la technologie optimale (la combinaison optimale de l et des X''_{it}) est réalisé en fonction des anticipations faites sur les prix des différents facteurs (taux de salaire, coût de l'investissement, prix de l'énergie et des autres inputs). Schématiquement, on écrit la relation suivante :

$$K''_{it} = f \left(\frac{PX''_{it}}{PX''_{jt}} \right) \quad (2)$$

où PX''_i est le prix anticipé du i^e input

$$K''_{it} = X''_{it} / X''_t = \text{coefficient technique marginal correspondant au facteur } l$$

Connaissant la fonction de production sectorielle, on peut calculer la capacité de production installée pour chaque secteur et, en confrontant celle-ci avec la demande en produits nationaux, le taux de mise en oeuvre de ces capacités.

La capacité de production sectorielle s'exprime comme une fonction d'accumulation : à la capacité existant au temps $t-1$ est ajoutée la nouvelle génération d'équipement acquise au temps t et est retirée la génération déclassée (âgée de T années où T est l'âge du plus vieil équipement).

$$QP_t = QP_{t-1} + Y''_t - Y'_t \quad (3)$$

où $Y'_t = Y''_{t-1-T}$ capacité déclassée au temps t

Y''_t nouvelle capacité de production installée au temps t

En principe, le modèle HERMES endogénéise le mécanisme de mise hors service des équipements et la durée de vie du plus vieil équipement encore en service (T) est alors calculée sur base d'une condition de profits non nuis obtenus avec ceux-ci. On ne tient cependant pas compte de cette condition dans la version actuelle du modèle, qui admet dès lors une durée de vie constante des équipements.

2.3.2 Relations entre les facteurs : élasticités de substitution

A partir des valeurs des différents paramètres de demande des facteurs, il est possible de calculer un ensemble d'élasticités de substitution partielles, et les élasticités-prix correspon-



dantes, de manière à caractériser les relations existant entre les facteurs marginaux (1):

- substitution lorsque l'élasticité croisée est positive;
- complémentarité lorsque l'élasticité croisée est négative;
- neutralité lorsque l'élasticité croisée est nulle.

Le tableau 1 ci-dessous, reprend les élasticités-prix directes et croisées qui peuvent être calculées pour les trois secteurs industriels, en moyenne de période. Ce tableau doit être lu comme suit : le chiffre se trouvant à l'intersection de la colonne j et de la ligne i nous fournit l'élasticité de la demande en facteur i au prix de j.

Tableau 1 - Elasticités-prix directes et croisées calculées en moyenne de période

	Biens Intermédiaires				Biens d'équipement				Biens de consommation			
	I	L	E	M	I	L	E	M	I	L	E	M
I	-0.687	0.095	-0.232	0.095	-0.820	0.010	-0.058	0.010	-0.794	0.018	-0.105	0.018
L	0.255	-0.532	0.255	0.162	0.401	-0.354	0.401	0.226	0.294	-0.692	0.294	0.288
E	-0.155	0.063	-0.610	0.063	-0.145	0.025	-0.906	0.025	-0.161	0.027	-0.850	0.027
M	0.587	0.373	0.587	-0.320	0.564	0.318	0.318	-0.262	0.661	0.648	0.661	-0.0333

Un résultat important : la hausse de prix de l'énergie tend à réduire l'investissement des principaux secteurs belges.

Le calcul des élasticités-prix permet de dégager, dans tous les cas, une relation de complémentarité entre l'investissement des branches industrielles et les demandes d'énergie de celles-ci. Ce résultat est important : il indique en effet que tout accroissement du prix de l'énergie tend à décourager la demande en biens d'investissements des industriels. Inversement, la baisse actuelle des prix de l'énergie aurait pour effet de relancer les investissements.

Ce résultat a déjà pu être mis en évidence dans le cas d'autres pays. Ainsi, des estimations réalisées pour le modèle HERMES dans le cas français indiquent également une relation généralement complémentaire entre l'énergie et le capital marginal (voir à ce sujet FAUBRY et al (1984)).

2.3.3 Demande de facteurs optimale et effective

Une fois les coefficients techniques marginaux optimaux (de pleine capacité) obtenus, il reste à calculer la demande effective de chaque facteur de production. Le cas de l'investissement est particulier. Il s'agit en effet d'une variable qui joue un rôle essentiel dans le bloc de production, puisqu'elle permet de calculer la nouvelle capacité de production installée en t :

(1) Pour le calcul des élasticités de substitution, voir par exemple BERNDT et al (1975).



$$Y_t'' = I_t / K_t'' \quad (4)$$

où K_t'' est le coefficient marginal de capital optimal obtenu à partir des fonctions de demande marginales

La capacité de production Y_t'' permet de calculer immédiatement les demandes de pleine capacité des autres facteurs de production :

$$X_{it}'' = K_{it}'' \times Y_t'' \quad (5)$$

Les demandes effectives de facteurs (X_{it}) sont alors dérivées en appliquant un mécanisme de correction d'erreur aux demandes dérivées totales (X_{it}^*), celles-ci étant aisément obtenues à partir des demandes marginales (X_{it}'')

$$\Delta X_{it} = \lambda_1 \Delta X_{it}^* + \lambda_2 (X_{i,t-1}^* - X_{i,t-1}) \quad (6)$$

$$\text{et } X_{it}^* = f(QR_t, K_{it}'', Y_t'') \quad (7)$$

où QR = taux d'utilisation (calculé sectoriellement).

Les estimations sectorielles de la fonction (6) montrent que la vitesse d'adaptation de la demande effective à sa valeur optimale varie surtout selon le type de facteur et moins suivant le secteur considéré. C'est ainsi que l'adaptation est très rapide, quel que soit le secteur, pour la demande d'énergie et est par contre généralement plus lente pour le facteur travail (voir tableau 2).

Tableau 2 - Calcul de la demande effective de travail et d'énergie - Valeur des coefficients d'adaptation λ_1 et λ_2 (cas des secteurs industriels)

Secteur	Energie		Travail	
	λ_1	λ_2	λ_1	λ_2
Biens Intermédiaires	0,99	0,95	0,42	0,90
Biens d'équipement	0,90	0,98	0,77	0,98
Biens de consommation	0,93	0,98	0,80	0,85



2.3.4 La fonction d'investissement

La fonction d'investissement fait l'objet d'une approche différente selon les secteurs. Dans le cas des secteurs industriels (secteurs à technologie Putty Clay), on détermine le niveau désiré de l'investissement brut en fonction d'un mécanisme accélérateur (pondéré par le coefficient marginal de capital) et d'une condition de profit marginal basée sur le nouveau choix technologique réalisé au temps t (c'est-à-dire calculée à partir des autres coefficients techniques optimaux).

$$I_t^* = \alpha_0 (K_{t-1}'' \Delta Y_{t-1})^{\alpha_1} (PY_t \Pi_t - \sum K_{it}'' PY_{it} \Pi_{it})^{\alpha_2} \quad (8)$$

où I_t^* = est le niveau d'équilibre des investissements au temps t

Y_t = production effective au temps t

Π_t = est le taux de croissance anticipé du prix de l'output

Π_{it} = est le taux de croissance anticipé du prix de l'input i

$$K_{it}'' = X_{it}'' / Y_{it}''$$

Le passage à la demande effective en biens d'investissement est réalisé en appliquant un modèle d'ajustement partiel, s'écrivant :

$$I_t / I_{t-1} = (I_t^* / I_{t-1}^*)^\lambda + \mu_t \quad (9)$$

De plus on suppose que la vitesse d'adaptation de l'investissement à son niveau optimal peut être modifiée en fonction d'éléments à court terme perturbateurs, représentés par le taux d'utilisation.

Quand aux secteurs non industriels, à structure Putty-Putty, on suppose l'existence d'une fonction de production de laquelle l'équation suivante de demande en capital peut être dérivée (1) :

$$\ln K_t = \lambda \ln K_{t-1} + \alpha + \beta (\ln Y_t - \lambda \ln Y_{t-1}) + \epsilon (1-\lambda) \ln (PI_t / PY_t) \quad (10)$$

où K_t = stock de capital fixe, à prix constants

PI_t = prix de l'investissement

PY_t = prix de la production effective

(1) Voir à ce sujet, ITALIANER (1986).



Si l'on admet d'autre part que

$$\ln K_t = \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i \ln I_{t-i} \quad (11)$$

On obtient

$$\ln K_t - \lambda \ln K_{t-1} = \ln I_t \quad (12)$$

et on peut écrire l'équation d'investissement sous la forme

$$\ln I_t = \alpha + \beta (\ln Y_t - \lambda \ln Y_{t-1}) + \epsilon (1-\lambda) \ln (PI_t / PY_t) \quad (13)$$

Une spécification alternative à (13) faisant intervenir l'excédent d'exploitation rapporté au stock de capital, s'écrit :

$$I_t / K_t = \lambda (I_{t-1} / K_{t-1}) + \alpha + \gamma \Delta \ln Y_t + \delta (GOS_t / K_t \times PK_t) \quad (14)$$

où GOS = excédent d'exploitation (à prix courants)

PK = coût d'usage du capital

C'est cette dernière fonction qui a été estimée pour les secteurs B, Z et L.

Tableau 3 - Fonctions d'investissement - Principales élasticités estimées

Secteurs	α_1	α_2	γ	δ	λ
Biens intermédiaires	0,39	0,42			0,75
Biens d'équipement	0,36	0,05			0,36
Biens de consommation	0,17	0,10			0,42
Construction			0,041	0,019	.81
Transports et communications			0,01	0,009	.73
Autres services marchands			0,108	0,008	.71



2.4 Le module énergie

2.4.1 Fonctionnement du module

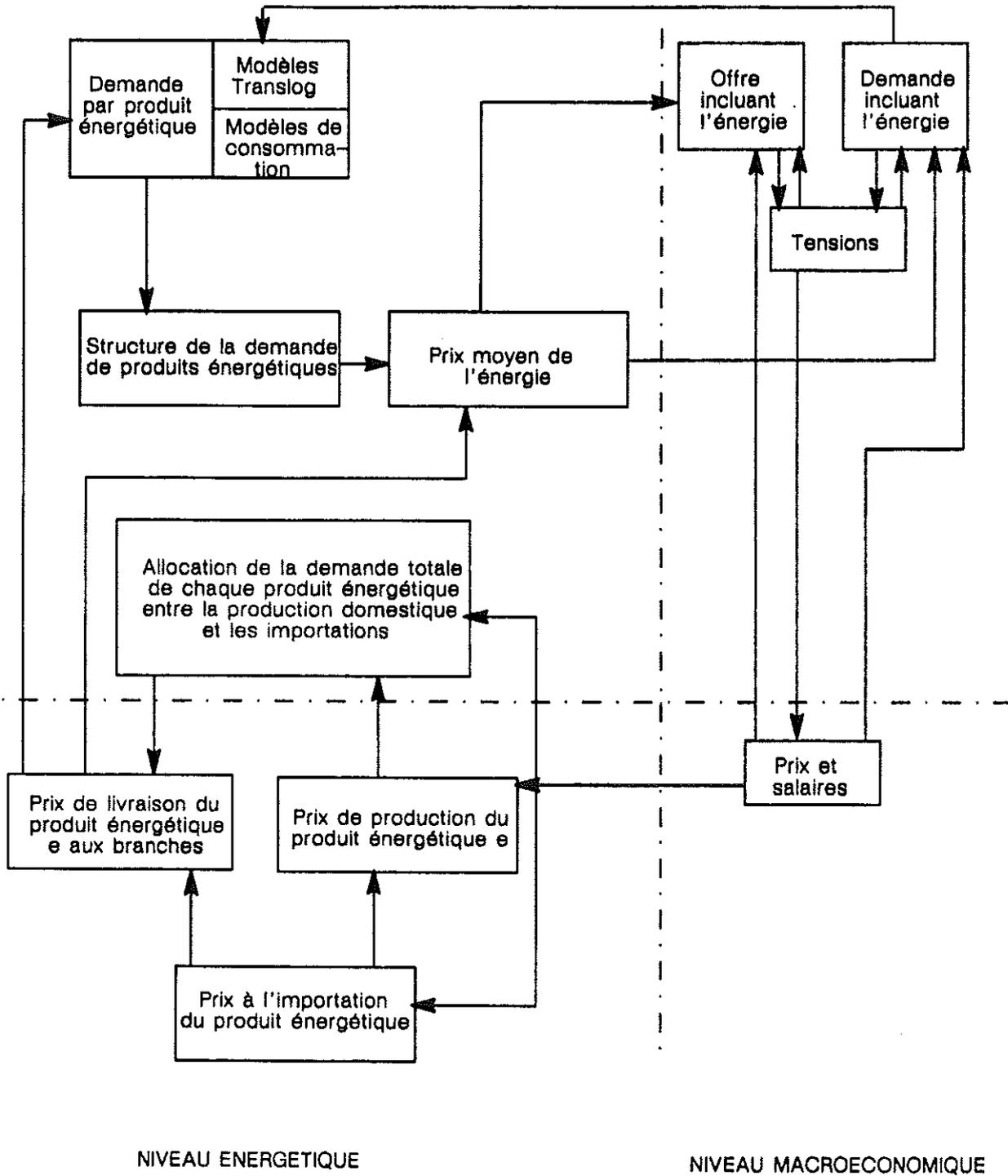
L'énergie constitue un des pôles du modèle HERMES. L'importance qui lui est accordée justifie que soit développé, par sa modélisation un module comprenant près de 300 équations. Ce module décrit l'énergie sous deux angles : tout d'abord en tant que facteur de production intégré dans les fonctions de production et soumis aux choix technologiques qu'impliquent celles-ci ou comme facteur consommé par les ménages; ensuite, comme secteur producteur devant rencontrer les choix énergétiques réalisés par les différents secteurs non énergétiques et les ménages. Dans cette optique, le secteur est divisé en 8 sous-branches correspondant chacune à un produit énergétique déterminé.

Le module énergétique s'efforce d'intégrer l'approche des bilans énergétiques et celle des tables input-output. A cet effet, il modélise, pour chacun des huit produits, les composantes de la demande et des prix, de telle sorte qu'un équilibre emplois-ressources puisse être construit, en quantités et valeurs. A côté de cette description de type input-output, le module reconstruit complètement, année par année, le bilan physique de l'énergie pour la Belgique. Le module fonctionne comme un système simultané : on détermine au départ les inputs énergétiques du reste du modèle. Après agrégation, on calcule, pour le secteur énergie : la production, la demande intermédiaire d'énergie, les importations, les liaisons à toutes les composantes de la demande finale ainsi que les prix correspondants de ces différentes catégories et les impôts payés par produit.

Le graphique ci-dessous fournit un schéma des interactions entre le module énergétique et le reste du modèle. Une des principales liaisons entre le modèle et sa composante énergétique passe par le calcul du prix moyen de l'énergie : celui-ci peut effectivement induire dans les modèles Putty-Clay des mouvements de substitution entre les facteurs et peut être, à son tour, affecté par l'allocation de la demande d'énergie entre les différents produits ou, encore, directement par l'évolution des prix calculés dans les autres parties du modèle.



Figure 2 : Interactions énergie-économie





2.4.2 Le choix d'un modèle pour l'analyse des substitutions énergétiques

L'analyse des comportements de substitution relatifs à l'énergie et aux différentes formes qu'elle emprunte occupe une place centrale dans le module énergétique. Comme nous l'avons vu dans le point 2.2, l'allocation technologique optimale des secteurs et, en particulier, le calcul de leur demande optimale d'énergie, se réalise à partir de fonctions de production CD-CES à deux niveaux. A un second stade, la demande d'énergie agrégée doit être allouée entre les différents produits énergétiques, afin de pouvoir calculer les volumes d'énergie nécessaires et le niveau d'activité des secteurs producteurs d'énergie que ces besoins entraînent.

En vue de décrire de manière aussi précise que possible l'ampleur de substitution entre les différentes formes d'énergie, nous avons choisi de travailler avec un modèle d'allocation basé sur la fonction de coût translog.

Cette forme fonctionnelle, déjà utilisée à de nombreuses reprises dans des travaux économétriques récents (1) permet de dériver des élasticités de substitution sur lesquelles n'est imposée aucune restriction a priori. Par contre, les paramètres de la fonction de coût doivent respecter certaines contraintes qu'il n'est pas nécessairement aisé de vérifier (la contrainte de concavité essentiellement).

La fonction de coût de translog que nous avons sélectionnée est homogène et linéaire en l'agrégat E. Elle s'écrit

$$\ln PE = \ln \beta_0 + \sum_i \beta_i \ln PE_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln PE_i \ln PE_j + \gamma_t t + \sum_i \gamma_{it} \ln PE_{it} \quad (15)$$

où PE représente le prix par unité d'énergie

PE_i représente le prix du produit énergétique i

A partir de cette fonction de coût, et sur base d'un comportement de minimisation de celle-ci, on peut dériver, en appliquant le lemme de SHEPHARD (1953) des fonctions de demande exprimées en terme de part dans le coût énergétique total.

$$WE_i^* = \beta_i + \sum_j \beta_{ij} \ln PE_j + \gamma_{it} t \quad i, j = 1, \dots, 8 \quad (16)$$

En vue de satisfaire à la condition d'additivité des parts et aux propriétés de la théorie néo-classique (voir CHRISTENSEN, 1973), on doit vérifier les restrictions suivantes:

$$\begin{aligned} \sum_i \beta_i &= 1 \\ \beta_{ij} &= \beta_{ji} \end{aligned} \quad (17)$$

(1) Voir par ex.: BERNDT et WOOD - 1975.



$$\sum_j \beta_{ij} = 0$$

$$\sum_i \gamma_{it} = 0$$

Les parts de coûts effectives WE^* sont alors supposées s'ajuster de manière partielle à leur niveau optimal :

$$\Delta WE_i = \lambda (WE_{i,t}^* - WE_{i,t-1}) \quad (18)$$

Avec ce modèle, on suppose que le paramètre d'ajustement partiel est identique pour tous les produits énergétiques. Cette hypothèse doit être imposée pour respecter les conditions d'additivité.

Elasticités de substitution et relations entre les facteurs énergétiques

Deux mesures de la sensibilité des facteurs à leur prix sont généralement calculées dans le cadre des modèles translog : l'élasticité partielle de substitution de Allen-Uzawa (σ_{ij}) et l'élasticité-prix de la demande (η_{ij}). On peut aisément montrer (voir BERNDT, E.R., WOOD, D.O. 1975) que dans le cas d'une fonction de coût translog, on obtient :

$$\sigma_{ii} = \frac{\beta_{ii} + WE_i^2 - WE_i}{WE_i^2} \quad i, j = 1, \dots, 8$$

$$\sigma_{ij} = \frac{(\beta_{ij} + WE_i WE_j)}{WE_i WE_j} \quad (19)$$

$$\eta_{ii} = WE_i \sigma_{ii}$$

$$\eta_{ij} = WE_j \sigma_{ij}$$

Les élasticités-prix qui ont été calculées pour les trois secteurs industriels sont reprises dans le tableau ci-dessous. On peut observer généralement d'assez larges possibilités de substitution entre les différents produits énergétiques utilisés par l'industrie, avec toutefois quelques exceptions notables, qui concernent le couple charbon-gaz, ainsi que le couple pétrole-électricité.



Tableau 4 - Elasticités-prix dérivées des modèles translog - Industrie (calculées sur les parts moyennes) (*)

	Biens intermédiaires					Biens d'équipement				Biens de consommation					
	CH	CK	PP	EL	GZ	CH/CK	PP	EL	GZ	CH/CK	PP	EL	GZ		
CH	-0.947	-2.253	2.893	1.956	-1.650	}	-0.853	-0.026	1.145	-0.267	}	-22.000	10.893	18.410	-7.303
CK	-0.271	-0.506	-0.099	0.505	0.425										
PP	1.981	-0.450	-0.903	-2.294	2.066		-0.017	-0.776	-0.201	0.994	1.497	-0.687	-2.663	1.853	
EL	0.360	0.772	-0.773	-0.712	0.353		0.304	-0.081	-0.312	0.089	1.414	-1.488	-0.410	0.515	
GZ	-0.717	1.535	1.643	0.834	-3.295		-0.557	3.136	0.687	-3.276	-3.738	6.905	3.430	-6.576	

(*) Symboles utilisés : CH - Charbon, CK - Coke, PP - Produits pétroliers, EL - Electricité, GZ - Gaz (naturel et dérivé)

2.4.3 Une application concrète du module énergie d'HERMES : le calcul de bilans énergétiques annuels

Le modèle énergie trouve une application concrète de grand intérêt dans le calcul de bilans physiques annuels, calqués sur les bilans en énergie finale publiés par l'OSCE. Les bilans physiques du modèle HERMES comportent neuf colonnes correspondant aux neuf produits énergétiques répertoriés dans le modèle. Les principales rubriques de ce bilan concernent :

- la production de sources primaires;
- la consommation intérieure brute;
- les entrées et les sorties de transformation;
- les disponibilités pour la consommation finale;
- les consommations finales énergétiques.

Un exemple de calcul du bilan énergétique est fourni ci-dessous, pour l'année 1980. On peut y constater que la consommation finale d'énergie s'est élevée à $1,315 \times 10^6$ TJ, dont 47 % en produit pétroliers, 21 % en gaz naturel et 12 % en électricité. Le secteur industriel représente 39 % de cette consommation finale, contre 40 % pour les ménages et 6 % pour les transports (1).

En 1980, les pertes de transformation (liées à l'activité de transformation du secteur énergétique) se sont élevées à 340.000 TJ, ce qui représente 17,8 % de la consommation intérieure brute. La production intérieure de source primaire (accrue des récupérations) ne constitue que 10,3 % de cette consommation primaire, alors que les importations nettes en représentent 97 %.

(1) Transports pour compte de tiers uniquement. Le transport pour compte propre est réparti entre les autres secteurs.



BALANCE ENERGETIQUE AGREGEE (EN TERAJOULES) / ANNEE 1980

	CHARB.	COKE	PET. BRUT	PET. PET.	GAZ NAT.	GAZ COKE.	GAZ H. F.	ELEC.	CHAL.	TOTAL
1+2. PROD. PRIMAIRE (Y COMP. RECUP.)	196500							1001		197501
3. IMPORTATIONS TOTALES	290601	35910	1399213	418319	372314			22626	130676	2669659
4. VARIATIONS DE STOCKS	-26312	29	-2926	-14129	-618					-43956
5. EXPORTATIONS TOTALES	15515	21860	1588	740930				32113		812005
6. SORTES MARITIMES				99600						99600
7. DISPONIBLE POUR LA CONS. INTER. BRUTE	445274	14079	1394699	-436340	371696			-8486	130676	1911599
8. ENTREES EN TRANSF.										2212999
8.1. CENT. ELEC. CLAS.	124780			170602	66420	10940	19799			392541
8.2. CENT. NUCLEAIRES									130676	130676
8.3. COKERIES	232697	55824								232697
8.4. HTS FOURNEAUX										55824
8.5. RAFFINERIES										1401261
9. SORTIES DE TRANSF.										1852142
9.1. CENT. ELEC. CLAS.								144954		144954
9.2. CENT. NUCLEAIRES								45176		45176
9.3. COKERIES		172368				40476				212844
9.4. HTS FOURNEAUX										55824
9.5. RAFFINERIES										1393344
11. CONS. DE LA BR. ENER.	3350				11300	19175	2608	15613		127446
12. PERTES DE DISTR.	84447	130623	-6562		293976	10361	33417	156214		1413479
13. DISP. PR LA CONS. FIN.										110300
14. CONS. FIN. NON-ENER.					24300					1315720
15. CONS. FIN. ENERG.	80348	131500		624537	280871	10360	33837	154267		505985
15.1. INDUSTRIE	27175	131500		88127	128730	10360	33837	86255		403295
-BIENS INTERM.	26765	129105		45726	107223	10188	25329	56960		
-BIENS D'EQUIP.	205	1140		8805	5979			8449		24578
-BIENS DE CONS.	181	257		22905	15528	172	8508	18415		65966
-CONSTRUCTION	24	998		10692				432		12146
15.2. TRANSPORT					819			4635		79777
15.3. MENAGES	48807			327162	105072			42283		523325
15.4. SERV. PRIV. ET PUB.	4366			134925	46250			21094		206634



2.5 Le module de consommation

2.5.1 Description générale

2.5.1.1 Nomenclature

Le modèle HERMES décompose la consommation privée en quinze catégories.

Tableau 5 - Nomenclature de la consommation privée

i	Bien et/ou service i
1	Alimentation, boissons et tabac dont : Alimentation Boissons et tabac
2	Habillement
3	Logement
4	Chauffage dont : Chauffage au charbon Chauffage au gaz Chauffage aux produits pétroliers
5	Eclairage
6	Services domestiques
7	Meubles, matériel ménager, ...
8	Achats de véhicules
9	Dépenses d'utilisation de véhicules dont : Essence Gasoil routier Huiles, graisses, ...
10	Achats de services de transport
11	Communication
12	Services médicaux et dépenses de santé
13	Loisirs, ..., enseignement, culture
14	Autres biens et services
15	Consommation finale des ménages dans le Reste du monde



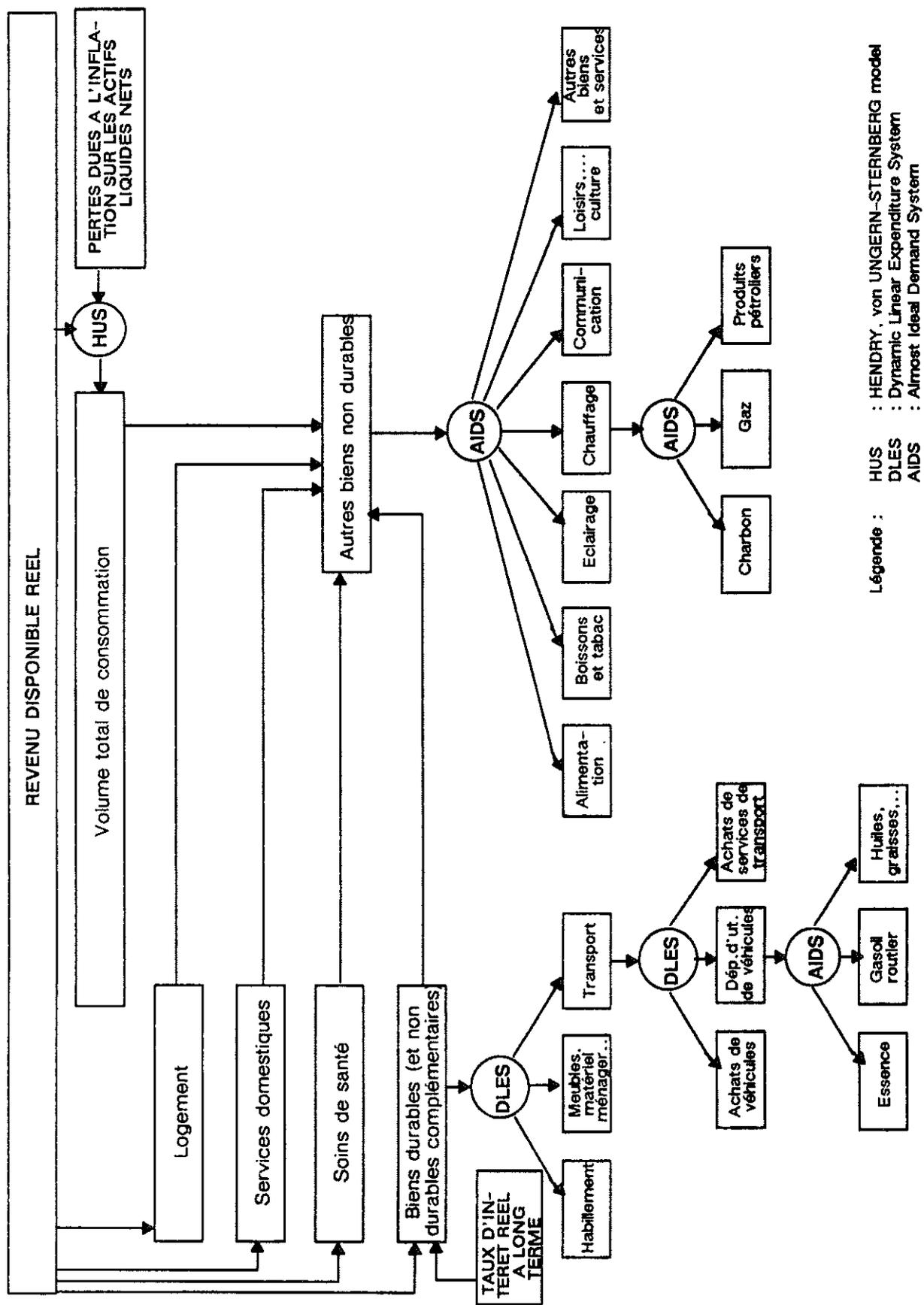
2.5.1.2 Les mécanismes de décision au sein du module de consommation

Le module de consommation a été construit en différentes étapes séquentielles. Tout d'abord, les consommateurs fixent leur **niveau global de consommation**; il s'agit de la fonction de consommation macroéconomique. Ensuite, les individus déterminent leur **demande agrégée en biens durables** (et non durables complémentaires). Simultanément, ils évaluent leur demande de **certaines biens non durables particuliers**, à savoir le logement, les services domestiques, les soins médicaux et dépenses de santé. Ceci étant réalisé, la demande agrégée de l'ensemble des autres biens non durables se déduit par différence. Finalement, il reste à opérer l'**allocation** au sein des autres biens non durables ainsi qu'au sein des biens durables.

Ces mécanismes sont représentés dans le schéma suivant.



Figure 3 : Mécanismes de décision au sein du module de consommation



Légende : HUS : HENDRY, von UNGERN-STERNBERG model
 DLES : Dynamic Linear Expenditure System
 AIDS : Almost Ideal Demand System



2.5.2 Le volume global de consommation

Le volume global de consommation a été estimé selon la spécification HUS préconisée par HENDRY et von UNGERN-STERNBERG (1981). Le **volume de consommation** (c) dépend des **actifs liquides nets** (l) détenus par les particuliers ainsi que de leur **revenu disponible** (y) ajusté pour les **pertes dues à l'inflation** (\dot{p}) sur les actifs liquides nets :

$$\Delta \log c_t = 0,344 \times \Delta \log y_t^* + 0,347 \times (\log y_{t-1}^* - \log c_{t-1}) + 0,036 \times (\log l_{t-1} - \log y_{t-1}^*) \quad (20)$$

(5.65) (5.91) (3.55)

$$\text{où : } \log y_t^* = \log y_t - 0,068 \times (\dot{p}_t \times \log l_{t-1}) \quad (3.82)$$

$$\bar{R}^2 \text{ ajusté} = 0,853; \quad D.W. = 2,14; \quad S.E. = 0,008; \quad \text{Période : 1962-1985; \quad Méthode : LSQ}$$

N.B. Les chiffres repris entre parenthèses mentionnent la valeur de la t -statistique.

2.5.3 Les biens durables (et non durables complémentaires)

2.5.3.1 La demande agrégée en biens durables

La population (n) établit sa **demande agrégée en biens durables** (cd) en fonction du **revenu disponible réel** (y), du **prix relatif des biens durables** (pd) par rapport à celui des biens non durables (pnd) et du **taux d'intérêt réel à long terme** (r) (1). Cette dernière variable a été introduite pour prendre en considération un comportement spécifique aux biens durables, à savoir l'achat à crédit. L'équation de demande est la suivante :

$$\log\left(\frac{cd_t}{n_t}\right) = -1,921 + 1,068 \times \log\left(\frac{y_t}{n_t}\right) - 0,376 \times \log\left(\frac{Pd_t}{Pnd_t}\right) - 0,004 \times \log r_t \quad (21)$$

(-10.50) (29.50) (-2.94) (-2.11)

$$\bar{R}^2 \text{ ajusté} = 0,997; \quad D.W. = 2,20; \quad S.E. = 0,017; \quad \text{Période : 1961-1975; \quad Méthode : FIML}$$

Les résultats de l'estimation indiquent que l'**effet revenu** joue un rôle primordial dans l'évolution de la demande de biens durables chez les particuliers : en effet, leur demande

(1) Le taux d'intérêt réel (r) est lié au taux d'intérêt nominal (i) par la relation suivante : $1 + r = \frac{1 + i}{1 + \dot{p}}$

Cette définition autorise r à prendre des valeurs négatives si le taux d'inflation (\dot{p}) devient particulièrement élevé. C'est ce qui s'est effectivement passé en 1974 et 1975. De ce fait, il n'est pas possible d'utiliser $\log r$. Cette difficulté a été contournée en approchant $\log r$ par un développement de TAYLOR du 3ème ordre autour de la valeur moyenne 0.02838 prise par r sur la période 1961-1985.

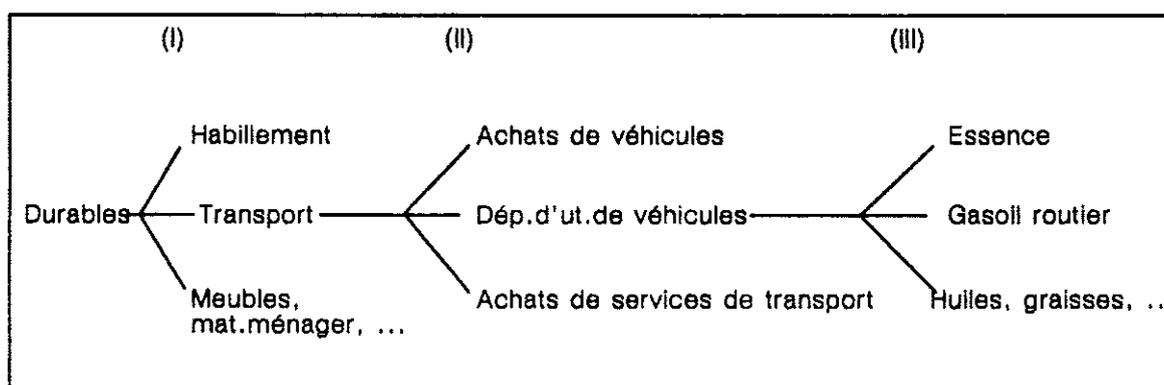


moyenne augmente de 10.68 % lorsque le revenu disponible réel moyen s'accroît de 10 %, caeteris paribus. Par ailleurs, l'**effet de substitution** (par rapport aux biens non durables) est loin d'être négligeable : une hausse du prix des biens durables de 10 % par rapport à celui des biens non durables provoque une baisse de la demande en biens durables de 3.76 %, caeteris paribus. Finalement, le lecteur notera que la liaison entre la consommation de biens durables et le taux d'intérêt réel à long terme est **négative et très faible mais statistiquement significative** : la demande en biens durables diminue de 0.4 % lorsque le coût réel du crédit augmente de 10 %, caeteris paribus.

2.5.3.2 L'allocation au sein des biens durables

L'allocation au sein des biens durables a été décomposée selon l'arbre d'utilité suivant :

Figure 4 : Allocation au sein des biens durables (et non durables complémentaires)



A chaque étape, le consommateur maximise une fonction d'utilité sous la contrainte budgétaire allouée au niveau considéré. Il est à noter que cette procédure en arborescence implique des hypothèses de séparabilité de la fonction d'utilité.

a) Première étape (I) : allocation des agrégats au sein des biens durables

L'utilisation du système DLES (Dynamic Linear Expenditure System) (1) nous a paru particulièrement appropriée à l'allocation de biens durables car il prend explicitement en compte l'existence de **stocks** lors de la prise de décision.

Le système a été estimé sur la période 1961-1985 par la méthode de ZELLNER jusqu'à la stabilisation (à 0,2 % près) du multiplicateur de LAGRANGE après neuf itérations.

Le tableau suivant résume les résultats du processus d'allocation par la présentation des élasticités tant à court qu'à long terme de chaque bien durable considéré par rapport à son propre prix ainsi que par rapport à l'enveloppe budgétaire allouée aux biens durables.

(1) Voir à ce sujet PHILIPS, L. (1974).



Tableau 6 - Biens durables agrégés : Elasticités en 1985

Bien durable i	terme	η_i	ϵ_{ii}
Habillement	court	1.09	-1.11
	long	1.02	-0.87
Meubles, matériel ménager, ...	court	1.51	-1.31
	long	1.03	-0.86
Transport	court	0.50	-0.61
	long	0.97	-0.88

Légende : η_i : élasticité du bien i par rapport aux dépenses allouées aux biens durables

ϵ_{ii} : élasticité-prix directe (non compensée) du bien i

On constate que l'habillement ainsi que les meubles et le matériel ménager constituent effectivement des biens durables au sens de HOUTHAKKER-TAYLOR (1) tandis que la fonction de transport apparaît globalement comme un bien non durable. Ce dernier phénomène s'explique par le fait que cet agrégat est constitué d'une composante assimilable aux biens durables (les achats de véhicules) tandis que les deux autres composantes s'apparentent aux biens non durables ainsi qu'il sera montré à la section suivante.

Le modèle évalue le taux de dépréciation de l'habillement à 0.28 : ceci signifie qu'un vêtement aura perdu 75 % de sa valeur initiale après 5 ans. Ce taux englobe un taux de dépréciation physique accentué par un taux psychologique lié aux phénomènes de mode. Quant aux meubles et au matériel ménager, leur taux de dépréciation est évalué à 0.03, ce qui signifie que cet agrégat ne perd que 12 % de sa valeur initiale après 5 ans.

b) Deuxième étape (II) : allocation au sein de la fonction de transport

Cette allocation a été opérée selon le système DLES qui permet de prendre en considération les phénomènes de stocks et de formation d'habitude. Le système a été estimé sur la période 1961-1985 par la méthode de ZELLNER avec vingt itérations sur le multiplicateur de LAGRANGE. Les élasticités sont reprises au tableau suivant :

(1) HOUTHAKKER et TAYLOR nomment durable un bien dont l'élasticité aux dépenses de court terme est supérieure à celle de long terme.



Tableau 7 - Transport : Elasticités en 1985

Bien et/ou service i	terme	η_i	ϵ_{ij}
Achats de véhicules	court	1.84	-1.10
	long	1.02	-0.90
Dépenses d'utilisation de véhicules	court	0.12	-0.15
	long	0.98	-0.87
Achats de services de transport	court	0.60	-0.61
	long	0.98	-0.67

Légende : η_i : élasticité du bien i par rapport aux dépenses allouées aux transport

ϵ_{ij} : élasticité-prix directe (non compensée) du bien i

L'analyse de ces résultats confirme ce qui avait été avancé au paragraphe précédent, à savoir que les achats de véhicules constituent un bien durable tandis que les deux autres composantes de la fonction de transport se caractérisent comme des biens non durables.

Signalons en outre que le modèle évalue le taux de dépréciation des véhicules à 0.76 : ceci signifie qu'un véhicule ne vaut plus que 47 % de sa valeur initiale après 1 an et 5 % après 4 ans.

c) Troisième étape (III) : allocation au sein des dépenses d'utilisation de véhicules

L'allocation au sein des dépenses d'utilisation de véhicules a été modélisée par le système AIDS (Almost Ideal Demand System) (1) dynamisé par l'ajout d'un trend et l'incorporation d'un modèle à correction d'erreur.

Ce système a été estimé sur la période 1971-1985 par la méthode de ZELLNER, en imposant les contraintes d'adding-up, d'homogénéité et de symétrie.

Le tableau suivant reprend les élasticités-prix croisées (non compensées) de court et de long terme en 1985.

(1) Voir DEATON, A. et MUELLBAUER, J. (1980).



Tableau 8 - Dépenses d'utilisation de véhicules : Elasticités-prix en 1985

i \ j	terme	Essence	Gasoil routier	Huiles, graisses, ...
Essence	court	- 0.45	0.01	-0.02
	long	- 1.26	0.02	-0.06
Gasoil routier	court	2.27	- 0.35	-0.12
	long	6.38	- 0.98	-0.33
Huiles, graisses, ...	court	0.43	- 0.05	-0.18
	long	1.22	- 0.14	-0.52

On constate qu'il existe des phénomènes de substitution entre le gasoil routier et l'essence tandis que les huiles, graisses, ... apparaissent comme un bien complémentaire par rapport aux deux carburants routiers. Ces résultats semblent cohérents par rapport à la réalité.

Par ailleurs, la méthode d'ajustement utilisée implique que les élasticités de court terme sont 0.356 fois plus petites (en valeur absolue) que celles de long terme.



2.5.4 Les biens non durables

2.5.4.1 Le logement, les services domestiques, les soins de santé

Ces trois biens n'ont pas été intégrés dans un processus néoclassique d'allocation au sein des biens non durables. En effet, comment pourrait-on imaginer que les consommateurs sont susceptibles de substituer (du moins à court terme) leur demande en services domestiques ou en dépenses médicales si leur coût relatif augmente par rapport à celui des autres biens non durables ? Ceci apparaît particulièrement peu vraisemblable pour les soins de santé si nous considérons le système actuel de fonctionnement de l'assurance maladie-invalidité en Belgique.

Quant aux dépenses en logement, il conviendrait de tenir compte de phénomènes spécifiques tel le rationnement. Par ailleurs, il faut signaler que les séries concernant les dépenses en logement telles qu'elles sont publiées par l'I.N.S. constituent des séries construites et non pas observées.

C'est pourquoi nous avons modélisé la demande de chacun de ces trois biens séparément en supposant un ajustement de la demande selon un modèle à correction d'erreur convergeant vers une valeur optimale (ou de long terme) déterminée en fonction du **revenu disponible réel** et du **prix relatif** du bien considéré (sauf pour le logement). De plus, nous avons ajouté la **population** comme variable explicative pour la demande en soins de santé afin de tenir compte de phénomènes liés à des économies d'échelle.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus sous forme d'élasticités.

Tableau 9 - Logement, services domestiques, soins de santé : Elasticités

Bien et/ou service	terme	η_i	π_i	ϵ_{ii}
Logement	court	0.04	-	-
	long	0.86	-	-
Services domestiques	court	0	-	0
	long	0.71	-	-1.75
Soins de santé	court	0.23	- 0.20	-0.07
	long	1.81	- 1.53	-0.53

Légende : η_i : élasticité du bien i au revenu disponible réel

π_i : élasticité du bien i à la population

ϵ_{ii} : élasticité-prix directe du bien i



Les élasticités sont très faibles à court terme : ceci provient de l'extrême lenteur des phénomènes d'ajustement.

2.5.4.2 Les autres biens non durables

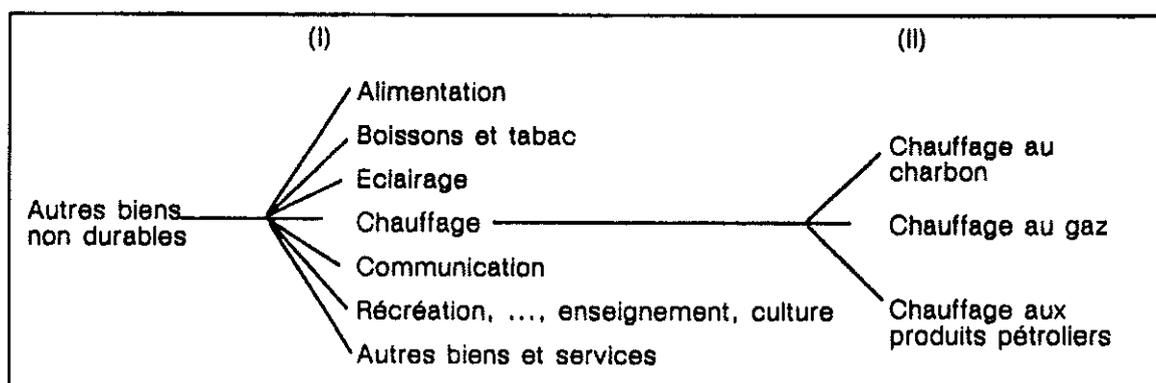
a) La demande agrégée des autres biens non durables

Cet agrégat se déduit par différence.

b) L'allocation au sein des autres biens non durables

L'allocation a été réalisée suivant un arbre d'utilité :

Figure 5 : Allocation au sein des autres biens non durables



1°) Première étape (I) : allocation au sein des sept autres agrégats non durables

Cette allocation s'opère selon le système AIDS estimé par la méthode LSQ sur la période 1965-1985, en itérant sur l'indice de prix et en imposant les conditions d'adding-up, d'homogénéité et de symétrie. Le système a été dynamisé par l'introduction d'un trend, faute d'avoir pu incorporer avec succès un ajustement du type partiel ou du modèle à correction d'erreur (celui-ci a conduit à un ajustement immédiat). Ceci a pour conséquence d'avoir des élasticités de court terme identiques à celles de long terme. Celles-ci sont représentées au tableau suivant.



Tableau 10 - Autres biens non durables : Elasticités en 1985

Bien et/ou service	η_i	ϵ_{ii}
Alimentation	0.52	-0.37
Boissons et tabac	2.15	-0.55
Chauffage	1.25	-0.57
Eclairage	1.23	-0.79
Communication	1.56	-0.68
Loisirs, ..., culture	0.93	-1.18
Autres biens et services	1.14	-0.65

Légende : η_i : élasticité du bien i par rapport aux dépenses allouées aux autres biens non durables

ϵ_{ii} : élasticité-prix directe (non compensée) du bien i

Le modèle répertorie l'alimentation comme un bien de première nécessité alors que les boissons et le tabac apparaissent à l'opposé comme un bien de luxe, ce qui semble correspondre à la réalité.

2°) *Deuxième étape (II) : allocation au sein du chauffage*

Cette allocation a été réalisée avec le système AIDS dynamisé selon un modèle à correction d'erreur particulier, l'ajustement ne se faisant que sur les erreurs passées. Ceci a pour conséquence que les élasticité à court terme sont nulles. Le tableau suivant représente la matrice des élasticité-prix croisées de long terme en 1985.

Tableau 11 - Chauffage : Elasticités-prix de long terme en 1985

$i \backslash j$	Produits pétroliers	Gaz	Charbon
Produits pétroliers	- 1.69	0.08	- 0.03
Gaz	0.74	- 2.56	1.43
Charbon	0.79	5.28	- 6.04

On constate qu'il existe des phénomènes de substitution à long terme entre les trois types de chauffage, surtout entre le gaz et le charbon. Il faut également noter la sensibilité très forte du chauffage au charbon par rapport à son propre prix à long terme.

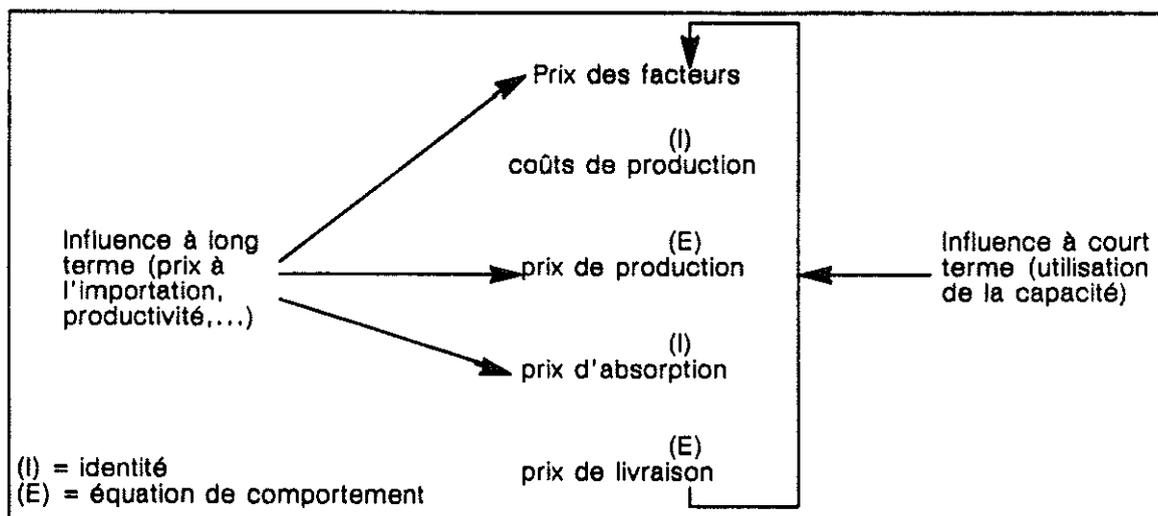


2.6 Le module prix-salaires

2.6.1 Principe de base

Le modèle HERMES distingue différents niveaux pour la formation des prix, allant des coûts des facteurs primaires aux prix finaux. Dans ce schéma en pyramide (repris dans la figure ci-dessous) on constate que chaque niveau permet de déterminer le suivant, soit à partir d'une équation de comportement, soit sur base d'une identité. Par exemple, le prix de production sectoriel, qui joue un rôle central dans ce module est déterminé à partir des coûts de production sectoriels (multipliés par un taux de marge), eux-mêmes fonction des prix des différents facteurs de production intervenant dans les formations des coûts. Bien entendu, ce schéma inclut également des effets de feed back important, comme par exemple l'indice des prix à la consommation sur les salaires.

Figure 6 : La modélisation des prix dans HERMES



La propriété fondamentale de long terme de ce système de prix est son caractère homogène linéaire vis-à-vis des taux d'intérêt à long terme, des prix à l'importation et de la productivité du travail qui sont les seuls éléments extérieurs venant influencer les prix (en-dehors d'indicateurs de tension). La meilleure illustration de cette propriété est fournie par l'équation de salaire sectorielle. Celle-ci est de la forme

$$w_t = w_{t-1} \times [1 + \dot{PC}] \times [1 + \dot{pv}] \quad (22)$$

où w_t = taux de salaire
 \dot{PC} = taux de croissance de l'indice des prix à la consommation
 \dot{pv} = taux de croissance de la productivité du travail

Des variables de déséquilibre de court terme ne sont identifiées que dans les équations de prix de production : dans celles-ci le degré d'utilisation de capacité de production modifie la



vitesse d'ajustement aux variables de coût (1). D'autre part, aucun effet de Phillips significatif sur les salaires n'a pu être trouvé.

2.6.2 Illustration des résultats : les salaires et les prix de production

Les salaires : ceux-ci sont déterminés par une moyenne pondérée de la productivité sectorielle et de la productivité moyenne, permettant d'identifier, par secteur, un effet dit de contamination. L'ajustement est, soit immédiat, soit calculé sur une moyenne de 2 années. L'effet de contamination (mesuré par la part de la productivité moyenne totale) est donné ci-dessous. Cet effet varie de 0,5 (secteurs transports et communications) à 0,96.

Effet de contamination

Agriculture	Energie	Biens Intermédiaires	Biens d'équipement	Biens de consommation	Transports et communications	Autres services marchands
0,96	0,64	0,75	0,64	0,40	0,50	0,77

Les prix de production

A long terme, l'équation sectorielle du prix de production s'écrit comme suit :

$$\text{Log PQF}_s = \alpha_0 + \alpha_1 \log(\text{coûts de production}) + (1 - \alpha_1) \log(\text{prix à l'importation}) \quad (23)$$

On notera que α_0 est le taux de marge, alors que les deux autres coefficients somment sur

Cette spécification est modifiée, pour tenir compte des délais d'adaptation, par l'introduction d'un mécanisme de correction d'erreur (lui-même éventuellement influencé par le taux d'utilisation de la capacité).

(1) Un mécanisme de correction d'erreur, dynamisant les relations, est introduit à deux niveaux : pour la détermination des prix de production ainsi que pour le calcul des prix de livraison.



Tableau 12 - Elasticités des équations de prix de production

	Coefficient de marge (α_0)	Part. à long terme des coûts de production (α_1)	Coefficient d'ajustement λ_1	Coefficient d'ajustement λ_2	Elasticité par rapport au taux d'utilisation de la capacité
Agriculture	0	0,90	0,82	0,56	0
Energie	0	0,96	1	0	0
Biens intermédiaires	0,05	0,61	0,86	0,64	0,43
Biens d'équipement	0,07	1	0,24	0,55	0,21
Biens de consommation	0,05	0,98	0,82	0,63	0,25
Construction	0,16	1	0,46	0,25	0
Transports et commun.	0,07	0,14	0,41	0,75	0
Autres services marchands	0,10	0,35	0,66	0,54	0



2.7 Le commerce extérieur

Le module du commerce extérieur constitue un des points essentiels du projet HERMES, tenant à la fois à l'importance des relations extérieures pour la Belgique mais aussi et surtout à l'aspect multinational du projet.

Il est en effet prévu de relier les différents modèles HERMES nationaux à l'aide du modèle de flux bilatéraux MSLINK.

Dans cette perspective, une grande partie des équations du commerce extérieur de la Belgique seraient développées dans ce modèle (sous forme d'équations d'exportation et d'importation par produit et par zone et d'équations de prix correspondants), les équipes nationales ne devant prendre en charge que la modélisation des flux extérieurs de services.

Toutefois, afin de garantir une exploitation indépendante du modèle HERMES Belgique dans un cadre purement national, il a paru essentiel de développer un module extérieur complet au sein même du modèle national et cela sans préjudice d'une incorporation future des équations de flux bilatéraux développés dans MSLINK.

Le module de commerce extérieur qui est présenté ci-dessous se veut donc complet. Il comporte des équations d'importations et d'exportations pour les différents secteurs du modèle et des équations de prix d'exportation et d'importation sectorielles. On notera qu'à ce stade, ni l'origine, ni la destination du produit ou du service livré ne sont distingués.

2.7.1 Les importations de biens et services

La modélisation des marchés d'importation dans HERMES est très conventionnelle. L'importation sectorielle est en effet déterminée par une variable d'absorption sectorielle et par les prix relatifs. De plus, dans certains secteurs, on a pu identifier un effet positif du taux d'utilisation de la capacité de production pouvant s'interpréter comme un effet de débordement dans une situation de déséquilibre sur le marché intérieur (1). Les élasticités qui sont obtenues sont une fraction croissante de l'utilisation des capacités.

L'équation d'importation qui est estimée s'écrit :

$$\ln QMO_s^* = \alpha_0 + \alpha_1 \ln DO_s + \alpha_2 \ln \frac{PQM_s}{PA_s} \quad (24)$$

où QMO_s^* = la demande d'importation en biens ou services s d'équilibre

DO_s = absorption en biens ou services s

PQM_s = prix à l'importation du bien ou service s

PA_s = prix d'absorption du bien ou service s (hors taxes intérieures)

(1) A ce sujet, voir par exemple CATINAT (1984).



Si on admet que

$$D QMO_s = \lambda (QMO_{s,t}^* - QMO_{s,t-1})$$

On estime la relation suivante :

$$\ln QMO_s = \lambda \alpha_0 + \lambda \alpha_1 \ln DO_s + \lambda \alpha_2 \ln \frac{PQM_s}{PA_s} + (1-\lambda) \ln QMO_{s,t-1} + \alpha_3 QR_s \quad (25)$$

où QR = taux d'utilisation de la capacité

Le tableau 13 fournit les résultats des estimations sectorielles en ce qui concerne les élasticités à long terme d'absorption, les élasticités à long terme de prix relatifs et les élasticités de court terme d'utilisation des capacités.

Tableau 13 – Elasticités obtenues dans les relations d'importations

Secteurs	Elasticité d'absorption (long terme)	Elasticité de prix relatif (long terme)	Elasticité d'utilisation de la capacité de production (court terme)
Agriculture	1,8	-0,44	0,25 x QR
Biens Intermédiaires	2,3	-0,34	0,35 x QR
Biens d'équipement	1,3	-0,33	0,25 x QR
Biens de consommation	1,7	-1,45	0,15 x QR
Construction	0,7	-1,72	-
Transports et communications	1,8	-1,42	-
Autres services marchands	1,8	-1,71	-

On notera que l'élasticité d'absorption de long terme est supérieure à 1 dans tous les secteurs, à l'exception de la construction. L'élasticité à long terme des prix relatifs varie, quant à elle, de -0,33 (biens d'équipement) à -1,72 (construction).

Enfin, un effet d'utilisation de la capacité de production a pu être identifié dans les trois secteurs industriels ainsi que pour l'agriculture.

Les prix à l'importation sont déterminés par les prix mondiaux, par l'intermédiaire de relations intégrant un mécanisme de correction d'erreur. Les élasticités de long terme des prix mondiaux sont en général proches de ou égales à 1.

2.7.2 Les exportations de biens et services

En ce qui concerne la modélisation des exportations de biens et services, on a tenté d'opérer une distinction entre les marchés selon que les exportateurs belges soient price-takers



ou price-setters (1). Il est douteux toutefois que les différents secteurs appartiennent sans équivoque à la première ou à la seconde catégorie. Un critère empirique d'appartenance à l'une ou l'autre classe peut nous être fourni via l'estimation d'équations de prix à l'exportation, qui se présentent sous la forme d'une somme pondérée des prix mondiaux et des prix intérieurs. Les équations de prix à l'exportation peuvent s'écrire comme suit (à l'équilibre) (2).

$$\log PQX_s = \alpha + \beta (\gamma \log PW + (1 - \gamma) \log PB_s) \quad (26)$$

où PQX_s = prix à l'exportation du bien ou service s

PW = prix mondial

PB_s = prix de revient, sur le marché belge, du bien ou service s

$$0 < \gamma < 1$$

C'est la valeur estimée pour le paramètre γ qui nous fournit une évaluation du caractère price-taker du secteur considéré (plus γ est proche de 1, plus ce caractère est accentué). Sur base de ce critère, on peut considérer que les secteurs industriels et la construction sont principalement price-taker alors que les services, les transports et l'agriculture sont price-setters.

Valeur de γ dans l'équation

Agriculture	Biens intermédiaires	Biens d'équipement	Biens de consommation	Construction	Transports et communications	Autres services marchands
0	0,75	0,95	0,75	0,79	0,25	0,35

Deux spécifications sont dès lors retenues pour ajuster les volumes sectoriels exportés :

- *Spécification price-taker :*

$$\log QXO_s^* = \alpha_0 + \alpha_1 \log QW_s + \alpha_2 \log (PQX_s / PB_s) \quad (27)$$

et

$$\Delta QXO_s = \lambda_1 \Delta QXO_s^* + \lambda_2 (QXO_{s,t-1}^* - QXO_{s,t-1}) \quad (28)$$

(1) Voir à ce sujet BAUWENS et D'ALCANTARA(1983), PAUWELS et VAN POECKE (1982)

(2) Une spécification alternative à la relation (17), faisant intervenir la capacité de production dans celle-ci a été testée (voir à ce sujet CHEFFERT, J.-M. (1985)). Malgré de bons résultats d'estimation qui ont été obtenus pour les trois secteurs industriels, cette spécification n'a pu être retenue en raison du caractère instable ou illogique des résultats de simulation obtenus avec celle-ci.



- où QW_s = commerce mondial en produit s
 QXO_s = exportation du secteur s, en volume
 PQX_s = prix à l'exportation du secteur s
 PB_s = prix de revient du secteur s
 $\alpha_1, \alpha_2 > 0$

- *Spécification price-setter*

$$\log QXO_s^* = \alpha_0 + \alpha_1 \log QW_s + \alpha_2 \log (PQX_s / (PW_s \times EX)) \quad (29)$$

où PW_s = prix mondial du produit s (en dollars)

EX = taux de change

$$\alpha_1 > 0, \alpha_2 < 0.$$

Résultats des estimations

Les résultats obtenus en estimant les diverses relations d'exportations sont repris dans le tableau ci-dessous. De manière générale, l'élasticité par rapport à la demande mondiale avoisine 1. L'élasticité à la marge sectorielle, calculée pour les secteurs price-takers est relativement faible (elle ne dépasse pas 0,25 au maximum). L'élasticité par rapport aux prix relatifs, calculée pour les secteurs price-setters est également toujours largement inférieure à 1 (-0,15, pour l'agriculture, à -0,80, pour les transports et communications).



Tableau 14 - Elasticités obtenues dans les relations d'exportations

Secteurs	Elasticité p.r. à la demande mondiale	Elasticité p.r. à la marge	Elasticité p.r. au prix relatif
Agriculture	0,95		-0,15
Biens intermédiaires	1,05	0,24	
Biens d'équipement	0,99	0,15	
Biens de consommation	1,18	0,25	
Construction	1,0	0,18	
Transports et communications	1,06		-0,80
Autres services marchands	0,96		-0,73



2.8 Les finances publiques

Le module des finances publiques constitue une partie essentielle du modèle HERMES. L'Etat intervient en effet à tous les stades de la modélisation, que ce soit par le biais de la formation des prix (taux de T.V.A., d'accises, ...) et donc du comportement des agents économiques, à travers la formation du revenu disponible, via le prélèvement de l'I.P.P. ou de l'I.Soc., des cotisations de sécurité sociale et les transferts de sécurité sociale ou encore par la politique d'investissements publics qui est menée et les retombées de celle-ci sur les différents secteurs producteurs.

2.8.1 Le cadre général

Le modèle HERMES décompose les administrations publiques en trois parties :

- l'administration centrale;
- les pouvoirs locaux;
- l'administration de sécurité sociale.

Chacun de ces sous-secteurs fait l'objet d'une modélisation complète, qui comprend le calcul d'un compte d'exploitation, de revenu et de capital permettant de dégager, en cascade, l'excédent d'exploitation, l'épargne brute et la capacité de financement en tant que soldes relatifs à chacun de ces comptes.

Les comptes ont été construits, dans HERMES, en cohérence avec la présentation de ceux-ci dans les comptes SEC. A titre d'exemple, nous avons repris ci-dessous les différents comptes calculés pour l'administration centrale, en 1985.

On notera que l'épargne courante de l'administration centrale atteint -315 milliards de francs en 1985 et que ses besoins de financement s'élèvent à -461 milliards.



Tableau 15 - Décomposition des comptes des administrations publiques - Le cas de l'administration centrale - Année 1985

Compte d'exploitation			
Emplois		Ressources	
Rémunération des salariés	398,1	Valeur ajoutée brute au p.m.	408,8
Excédent d'exploitation	10,7		
Total des emplois	408,8	Total des ressources	408,8
Compte de revenu			
Emplois		Ressources	
Intérêts effectifs	447,8	Excédent d'exploitation	10,7
Primes nettes d'assurance-dommages	1,9	Intérêts effectifs	19,2
Subvention d'exploitation	139,1	Revenus de la terre et des actifs incorporels	0,4
Prestations sociales	180,4	Dividendes et autres revenus	22,1
Transferts courants entre administrations publiques	489,0	Revenus prélevés par les entrepreneurs de quasi-sociétés	6,6
Coopération internationale courante	15,5	Indemnités d'assurance-dommages	1,7
Transferts courants divers	9,5	Impôts liés à la production et à l'importation	503,4
Revenu disponible brut	225,4	. T.V.A.	326,2
		. Autres impôts	-
		Impôts courants sur le revenu et le patrimoine	844,0
		. payés par les ménages	709,7
		. payés par les autres secteurs	134,3
		Cotisations sociales effectives	26,2
		Cotisations sociales fictives	58,2
		Transferts courants entre administrations publiques	1,5
		Coopération internationale courante	0,6
		Transferts courants divers	14,1
Total des emplois	1.508,7	Total des ressources	1.508,7
Compte d'utilisation du revenu			
Emplois		Ressources	
Consommation finale	539,9	Revenu disponible brut	225,4
Epargne brute	-314,5		
Total des emplois	225,4	Total des ressources	225,4
Compte de capital			
Emplois		Ressources	
Formation brute de capital fixe	75,5	Epargne brute	-314,5
Acquisition nette de terrains	3,8	Impôts en capital	13,0
Aides à l'investissement	68,0	Autres transferts en capital	3,8
Autres transferts en capital	16,5		
Capacités de financement	-461,4		
Total des emplois	-297,7	Total des ressources	-297,7



2.8.2 Modélisation des ressources et des dépenses de l'Etat (compte de revenu)

a. Les ressources

Les ressources des trois sous-secteurs de l'Etat ont été décomposées en cohérence avec l'approche macrosectorielle du modèle HERMES. Les impôts indirects sont intégralement répartis entre les secteurs supposés prélever la taxe (T.V.A., accises, impôt à l'importation, autres impôts). Une modélisation sectorielle est également adoptée en ce qui concerne les cotisations patronales de sécurité sociale payées par les neuf secteurs distingués par le modèle. Par contre, l'impôt des Personnes Physiques (I.P.P.), l'impôt des Sociétés (I.Soc.) et les cotisations personnelles de sécurité sociale sont calculés uniquement au niveau macroéconomique.

Tableau 16 - Les ressources de l'Etat - Décomposition et mode de calcul

Type et nom de la variable dans HERMES	Décomposition	Mode de calcul dans le modèle
1. Impôts liés à la production et à l'importation		
1.1 T.V.A. (-ITC _i -ITF _s)	2 niveaux : - fonction de consommation (15 postes) + investissements - secteurs	Application d'un taux de T.V.A. implicite à l'assiette correspondante
1.2 Accises (ACC _i)	2 niveaux : - fonction de consommation - secteurs	Accises énergétiques : - calcul basé sur les quantités consommées et les droits légaux perçus par litre Accises non énergétiques : - application de taux implicites aux volumes consommés
1.3 Droits de douane (ITM _s)	Décomposition sectorielle	Application d'un taux implicite à la valeur des importations, par secteur
1.4 Autres impôts liés à la production (IT _s)	Décomposition sectorielle	Application d'un taux implicite à la valeur ajoutée sectorielle
2. Impôts courants sur le revenu et le patrimoine		
2.1 Impôt des Personnes Physiques (DTH)	Calcul global - Distinction entre le précompte mobilier et le reste de l'I.P.P.	Elasticité par rapport au revenu disponible des particuliers
2.2 I.Soc. (DTF)	Calcul global	Lié au taux légal et à la part de l'excédent net d'exploitation dans la valeur ajoutée
3. Cotisations de sécurité sociale		
3.1 Cotisations patronales (SSF _s)	Décomposition sectorielle	Application d'un taux implicite à la masse salariale sectorielle
3.2 Cotisations personnelles (SSH)	Calcul global	Application d'un taux implicite à la masse salariale totale
4. Autres recettes		
4.1 Intérêts et dividendes (IDG)	Calcul global	Consolidé avec les emplois des administrations publiques
4.2 Transferts divers (OCUG)	Calcul global	Exogène



On notera qu'en ce qui concerne la T.V.A. et des accises, le calcul s'effectue tout d'abord pour chaque fonction de consommation. Le modèle réalise ensuite une allocation des recettes de T.V.A. et d'accises entre les différents secteurs d'HERMES, en ayant recours à la matrice de transition de la consommation privée, de manière à permettre le calcul correct des emplois et ressources par secteur.

En ce qui concerne l'I.P.P., une distinction est faite, au départ, entre les recettes du précompte mobilier et le reste de l'I.P.P. Le calcul du précompte mobilier est lié à l'évolution des intérêts payés aux ménages. Quant au reste de l'I.P.P., son calcul repose sur l'évolution de l'élasticité au revenu disponible des ménages.

b. Les dépenses

Les différents types de dépenses de l'Etat sont évalués à un niveau purement macroéconomique, à l'exception, toutefois, des subventions d'exploitation qui sont calculées sectoriellement.

Les dépenses sont, bien entendu, allouées entre les trois sous-secteurs de l'Etat s'il y a lieu. On notera que les transferts entre administrations concernent essentiellement les transferts de l'Etat central vers les pouvoirs locaux et vers les administrations de sécurité sociale. Ce poste disparaît si l'on calcule le compte de revenu des administrations publiques, tous pouvoirs confondus.

Tableau 17 - Les dépenses de l'Etat - Décomposition et mode de calcul

Type et nom de la variable dans HERMES	Décomposition	Mode de calcul dans le modèle
1. Consommation publique		
1.1 Salaires et traitements (WBG)	Calcul global, distinguant les masses salariales payées par les 3 pouvoirs	Lié à l'évolution de l'emploi public et au taux de salaire du secteur public
1.2 Achats de biens et services (QOUG)	Calcul global	Lié à l'évolution de l'emploi public
1.3 Amortissements (DPUG)	Calcul global	Lié à l'évolution des investissements publics
2. Intérêts effectifs (YIDG)	Calcul global	Lié à l'évolution du stock de la dette publique, par type (court, moyen, long terme) et aux fluctuations du taux d'intérêt
3. Subventions d'exploitation (SUB _g)	Décomposition sectorielle	Exogène
4. Prestations sociales (SBH ₁)	Calcul global, décomposition selon le type de prestations (allocations de chômage, A.M.I., pensions, allocations familiales, accidents du travail)	Evolution à prix constants fixée de manière exogène
5. Transferts courants entre administrations publiques	Calcul global	Exogène
6. Transferts divers	Calcul global	Exogène



2.8.3 Les opérations en capital de l'Etat

C'est dans le compte des opérations en capital qu'est calculée la capacité de financement de chaque pouvoir, variable qui est appelée à jouer un rôle important dans les autres parties du modèle HERMES (dans le module monétaire, pour le calcul des revenus d'intérêt des autres agents, ...).

En 1985, la capacité de financement du pouvoir central est, comme nous l'avons vu, négative : elle s'élève à - 461,4 milliards de francs. Les administrations locales dégagent une capacité de financement très légèrement positive (+ 0,6 milliards). Enfin, la capacité de financement des administrations de sécurité sociale atteint le montant appréciable de 36,9 milliards.

- Décomposition du compte de capital

En ressources, le compte de capital se compose de l'épargne brute, solde du compte d'utilisation du revenu, de recettes en impôts en capital et d'autres transferts nets.

Les dépenses en capital se composent essentiellement des investissements publics. On y trouve également les aides à l'investissement et les acquisitions nettes de terrains.

On peut noter que ces différentes grandeurs sont fixées de manière exogène dans la version actuelle du modèle HERMES.

Tableau 18 - Compte de capital de l'Etat

Type et nom de la variable dans HERMES	Décomposition	Mode de calcul dans le modèle
1. Recettes		
1.1 Epargne brute (SG)	Calcul global, par sous-secteur de l'Etat	Solde du compte d'utilisation du revenu
1.2 Impôts en capital (ACAGCA)	Calcul global, décomposition par agent concerné	Exogène
1.3 Autres transferts nets	Calcul global	Exogène
2. Dépenses		
2.1 Formation brute de capital fixe (IUG)	Calcul global, par sous-secteur de l'Etat	Fixé de manière exogène à prix constants
2.2 Acquisitions nettes de terrains (ACAGTE)	Calcul global	Exogène
2.3 Aides à l'investissement (ACAGIN)	Calcul global	Exogène



3. SIMULATION DE CONTROLE DU MODELE HERMES : PERIODE 1980-1984

L'économie belge a été traversée par des changements importants au cours de la période 1980-1984 : une récession économique en 1981 suite au second choc pétrolier, une dévaluation du franc belge en 1982, une reprise de l'activité économique en 1984... D'une façon générale, certaines grandeurs macroéconomiques ont connu une évolution en dents de scie et d'autres un renversement de tendance au cours de cette période. Il était intéressant de savoir dans quelle mesure le modèle HERMES, qui a été estimé sur une période relativement *longue* (1960-1984) était capable de restituer les renversements de tendance qui se sont opérés au cours de cette période *récente* (1980-1984) ainsi que les changements de comportement qui auraient affecté les différents agents économiques à la suite des deux chocs pétroliers.

C'est pour répondre à cette question que nous avons effectué une *simulation dynamique de contrôle* avec le modèle HERMES pour la période 1980-1984. D'une façon générale, on pourra constater que le modèle reproduit assez fidèlement les différents phénomènes qui ont caractérisé cette période. C'est ainsi que la récession de 1981 est correctement simulée. De même, le renversement de tendance dans l'évolution du revenu disponible réel est bien restitué. Quant aux effets de la dévaluation sur le commerce extérieur, ils sont simulés par le modèle de façon satisfaisante (voir les résultats graphiques de la simulation en fin de chapitre).

Les principaux résultats de la simulation sont analysés en se basant sur le calcul de l'erreur procentuelle quadratique moyenne (RMSEP) et du coefficient d'inégalité de THEIL. Ces différents calculs sont réalisés pour les principaux indicateurs macroéconomiques, ainsi que pour une sélection d'indicateurs sectoriels et énergétiques.

3.1 Résultats de la simulation de contrôle

Deux mesures usuelles ont été utilisées pour permettre une quantification et une comparaison des performances *relatives* des différentes grandeurs économiques : l'*erreur procentuelle quadratique moyenne* (RMSEP : root mean square percent error) et le *coefficient d'inégalité de THEIL* (1).

Ces deux mesures se définissent comme suit :

(1) Pour plus de détails, cfr. PINDYCK, R., RUBINFELD, D. (1976).



$$\text{RMSEP} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_t \left(\frac{Y_{s,t} - Y_{0,t}}{Y_{0,t}} \right)^2}$$

$$\text{U de THEIL} = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_t (Y_{s,t} - Y_{0,t})^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_t Y_{s,t}^2} + \sqrt{\frac{1}{T} \sum_t Y_{0,t}^2}}$$

où : $Y_{0,t}$ représente la valeur observée de la série considérée au temps t

$Y_{s,t}$ représente la valeur simulée de la série considérée au temps t

T représente le nombre de périodes de la simulation

La statistique RMSEP (multipliée par 100) donne une mesure (en %) de la déviation *relative* de la variable simulée par rapport à celle observée. Plus la valeur (par définition positive non bornée) de cette statistique se rapproche de zéro, plus la série considérée tend à simuler correctement la réalité. Le fait d'avoir exprimé cette mesure en termes relatifs a l'avantage d'autoriser la comparaison sous forme de *classement ordinal* des performances *relatives* des différentes grandeurs économiques analysées.

Quant au coefficient d'inégalité U (multiplié par 100) de THEIL, il donne une mesure de l'écart quadratique moyen du vecteur des résidus (défini comme la différence entre la série simulée et la série observée), cette mesure étant toutefois *calibrée* de telle sorte que sa valeur soit toujours comprise entre 0 et 100. Ces deux valeurs extrêmes correspondent d'une part ($U = 0$) au cas hypothétique idéal où la série simulée reflèterait la réalité avec exactitude et, d'autre part ($U = 100$), au cas le plus défavorable où la performance prédictive du modèle est la plus médiocre possible. Le coefficient d'inégalité U de THEIL possède l'avantage par rapport à la statistique RMSEP d'être contenu dans un intervalle borné, ce qui autorise de réaliser un *classement cardinal* (c'est-à-dire qu'il est permis non seulement de dire si telle ou telle variable simule mieux ou moins bien la réalité que telle autre, mais de combien elle simule mieux ou moins bien la réalité).

Par ailleurs, le coefficient d'inégalité de THEIL peut se décomposer en trois parties : la part *systématique* (ou biais) de l'erreur, la part de *variabilité* (ou variance) et enfin la part résiduelle appelée part *non systématique*.



La part systématique de l'erreur quantifie dans quelle mesure la valeur moyenne de la série simulée dévie systématiquement de celle observée. Une valeur élevée de l'erreur systématique signifie la présence d'un biais, ce qui doit conduire à une révision du modèle.

Quant à la part de variabilité, elle indique la capacité du modèle à reproduire le degré de variabilité de la série considérée. Une valeur élevée de ce type d'erreur signifie que la série simulée fluctue considérablement alors que la série observée varie peu ou vice versa.

Finalement, la part non systématique représente l'erreur résiduelle après avoir pris en compte les déviations de la série par rapport à la valeur moyenne et à son degré de variabilité. Idéalement, cette composante devrait constituer la part dominante dans l'explication de l'erreur.

3.1.1 Résultats au niveau macro-économique

Le tableau suivant reproduit les résultats statistiques des principales grandeurs *macroéconomiques* du modèle HERMES.

L'erreur procentuelle du *Produit Intérieur Brut* est peu élevée (1.1 %). Au niveau de l'erreur elle-même, les statistiques confirment l'évolution présentée en graphique. En effet, la faible valeur de l'erreur systématique (2.75 %) s'explique par le fait que la sous-estimation de la série en début de période est compensée par la surestimation en fin de période. Par ailleurs, la valeur élevée de l'erreur de variabilité (82.03 %) indique la tendance du modèle à accentuer les variations de PIB par rapport à la réalité.

Les erreurs procentuelles sont plus faibles pour la *consommation privée* (0.8 %) et le *revenu disponible réel* (0.5 %). Par contre, ces deux séries sont systématiquement sous-estimées par le modèle (erreur systématique : 53.03 % et 81.43 %). Ceci s'explique aisément et logiquement pour la consommation privée car celle-ci se détermine en fonction du revenu disponible réel. Quant au revenu disponible réel, le biais qui lui est associé doit être imputé à une surestimation du déflateur utilisé, à savoir l'indice de prix à la consommation. En effet, l'erreur systématique du revenu disponible nominal se réduit à 2.99 %, tandis que celle de l'indice de prix à la consommation s'élève à 71.69 %.

Quant aux *investissements*, leur erreur procentuelle est plus élevée (2.2 %). La tendance du modèle à sous-estimer le niveau des investissements (sauf en 1984) est liée à la sous-estimation de la demande par les ménages. Une analyse plus détaillée par type d'investissement montre que l'imprécision est la plus grande au niveau des investissements en logement.

Au niveau du *commerce extérieur*, la sous-estimation des *importations* de biens et services (en volume) est induite par celle de la consommation privée. Par contre, les résultats semblent plus satisfaisants au niveau des *exportations* (en volume). D'autre part, on constatera (voir le graphique) une assez large surestimation du *solde extérieur* (balance courante), en fin de période. Ceci provient (pour 1984) de l'erreur cumulée due à une surestimation des exporta-



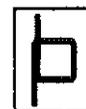
tions en valeur (1.67 % en 1984), d'une part, et à une sous-estimation des importations en valeur (- 1.37 % en 1984), d'autre part.

Tableau 19 - Résultats statistiques au niveau macroéconomique

VARIABLE	RMSEP (x100)	THEIL (x 100)	Erreur Systématique (x 100)	Erreur de variabilité (x 100)	Erreur non systématique (x 100)
Produit intérieur brut (a)	1.1	0.55	2.75	82.03	15.22
Revenu disponible réel (b)	0.5	0.25	81.43	8.67	9.90
Consommation privée (a)	0.8	0.39	53.03	29.21	17.76
Investissements (a)	2.2	1.14	13.22	37.48	49.30
dont :					
- Inv. des entreprises (a)	2.4	1.23	1.53	12.17	86.31
- Inv. en logements (a)	4.8	3.25	25.63	60.98	13.39
Exportations de B & S (a)	1.5		0.75	53.27	45.99
Importations de B & S (a)	1.3		65.22	5.64	29.14
Termes d'échange	1.6	0.80	43.38	26.00	30.61
Déflateur du PIB	1.7	0.83	68.44	0.01	31.54
Indice de prix à la consommation	0.7	0.33	71.69	2.12	26.19
Taux d'intérêt à court terme	6.5	3.30	0.005	0.07	99.93
Taux d'intérêt à long terme	6.2	2.88	0.30	12.27	87.43
Besoin de financement public (c)	5.8	3.01	0.85	0.04	99.11
Emploi	0.6	0.32	13.65	58.53	27.82

Légende : (a) à prix constants de 1975
 (b) à prix courants, déflaté par l'indice de prix à la consommation
 (c) à prix courants

En ce qui concerne les prix, notons que l'erreur procentuelle de l'indice de prix à la consommation (0.7 %) est inférieure à celle du déflateur du PIB (1.7 %). Par ailleurs, l'imprécision est plus élevée pour les taux d'intérêt. Toutefois, ceux-ci semblent être simulés sans biais tandis qu'une erreur systématique apparaît pour ceux-là. Notons également que le modèle ne reproduit qu'insuffisamment la chute des termes d'échange à partir de 1981.



Les besoins de financement public sont simulés avec une imprécision relativement grande (5.8 %) par rapport à la plupart des autres grandeurs macroéconomiques, mais cette série est simulée sans biais et sans erreur de variabilité.

Finalement, notons que l'emploi total est relativement bien évalué par le modèle, à l'exception de l'année 1984.

3.1.2 Résultats au niveau énergétique

Le tableau suivant reproduit les résultats statistiques de quelques agrégats énergétiques du modèle HERMES.

Tableau 20 - Résultats statistiques au niveau énergétique

VARIABLE	RMSEP (x100)	THEIL (x100)	Erreur systémat. (x100)	Erreur de variabilité (x 100)	Erreur non systémat. (x100)
Balance énergétique (a)	5.9	3.42	65.91	27.30	6.79
Consommation finale d'énergie (b)	0.7	0.34	77.51	-0	22.49
Demande finale de produits pétroliers (c)	4.0	1.97	63.51	8.85	27.65
Demande finale de gaz (c)	7.6	3.42	0.43	79.80	19.77
Demande finale d'électricité (c)	2.4	1.15	13.59	1.27	85.14

Légende : (a) à prix courants
 (b) à prix constants de 1975
 (c) en terajoules

Il convient de noter que les erreurs procentuelles sont relativement élevées ainsi que les erreurs systématiques, à l'une ou l'autre exception près.

3.1.3 Résultats sectoriels

Le tableau suivant reproduit les erreurs procentuelles de quelques variables clefs au niveau sectoriel.



Tableau 21 – Erreurs procentuelles (en %) au niveau sectoriel

Secteur \ Variable	Production	Importation	Exportation	Emploi	Investissement	Prix de production
Agriculture	3.4	3.8	4.1	0.7	8.9	15.8
Construction	2.6	3.2	5.6	2.0	14.7	1.2
Biens de consommation	2.8	3.0	3.7	1.9	6.8	2.2
Energie	3.1	3.2	4.5	3.4	0	9.8
Biens d'équipement	1.6	1.4	0.9	2.6	17.0	3.3
Biens intermédiaires	3.9	2.4	2.7	2.5	17.1	1.7
Autres services marchands	2.1	2.0	3.0	1.0	2.0	1.5
Transports et communications	3.1	3.9	3.6	1.6	5.3	4.5

Au niveau des variables, les résultats sectoriels semblent en règle générale d'assez bonne qualité pour l'emploi et à l'opposé assez imprécis pour l'investissement. Par ailleurs, la lecture de ce tableau donne un aperçu de la diversité des résultats selon les différents secteurs. C'est ainsi que le modèle HERMES semble assez bien approcher la réalité dans le secteur des autres services marchands alors que le secteur de l'agriculture pose plusieurs problèmes importants, de même que la construction et le secteur de l'énergie.

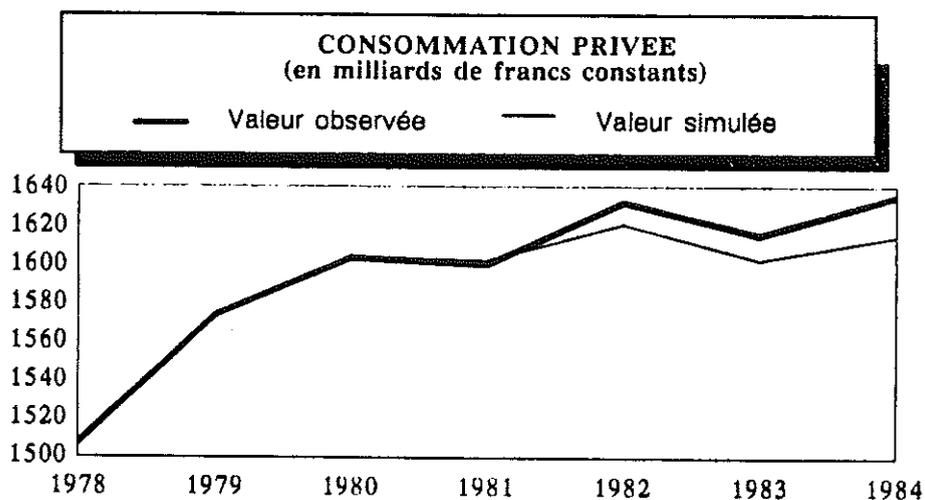
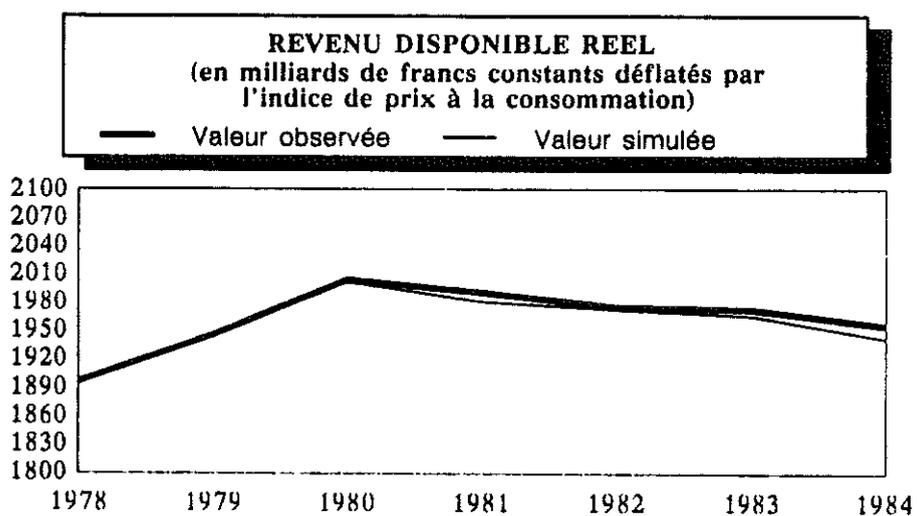
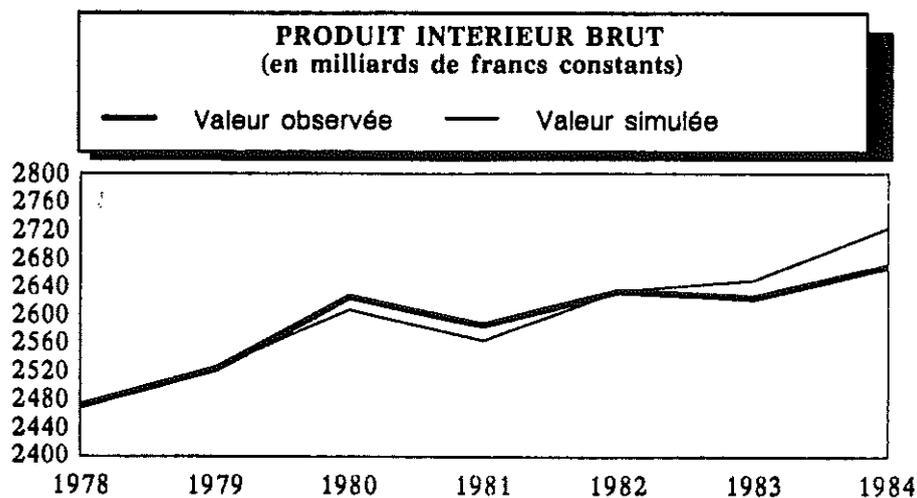
3.2 Conclusions

Vu dans sa *globalité*, le modèle HERMES constitue un outil performant dans l'analyse de l'économie belge. En effet, il apparaît que le modèle restitue assez correctement les différents changements dans les *tendances* qui ont été constatés au cours de la période 1980-1984.

Toutefois, l'analyse de la simulation historique a mis en évidence la *sous-estimation* de certaines variables macroéconomiques importantes, tel le revenu disponible réel (avec les enchaînements logiques induits sur le niveau de la consommation privée, des importations, des investissements). Ceci semble constituer la première piste de recherche.

Par ailleurs, certaines améliorations doivent être envisagées au niveau de certains *modules* (consommation, énergie) et/ou de certains *secteurs* (construction, agriculture,...).

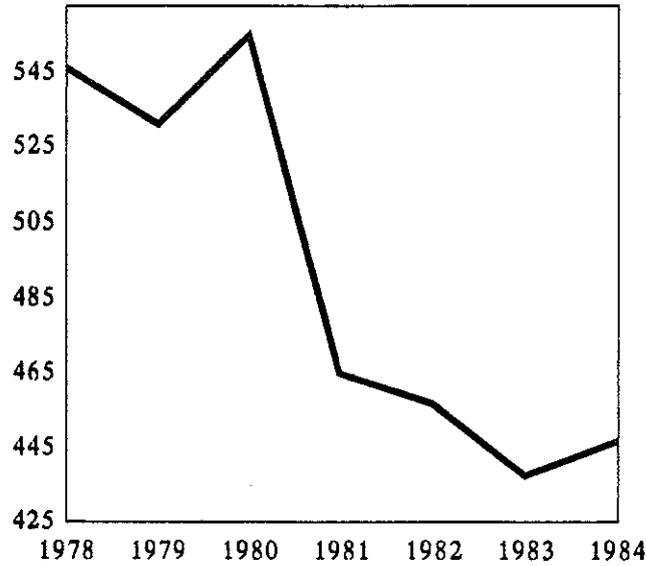
Finalement, il convient de rappeler le caractère d'*interdépendance* au sein du modèle, ce qui signifie que les améliorations ne seront globalement apportées au modèle que lorsque tous les modules à étudier seront opérationnels.





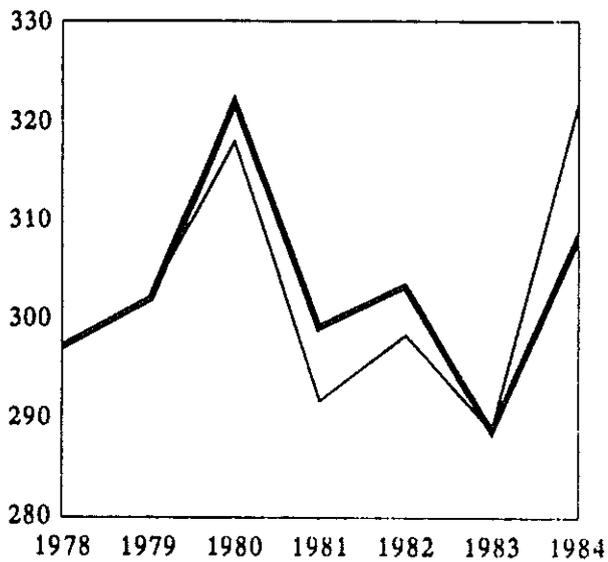
INVESTISSEMENTS TOTAUX
(en milliards de francs constants)

— Valeur observée
— Valeur simulée



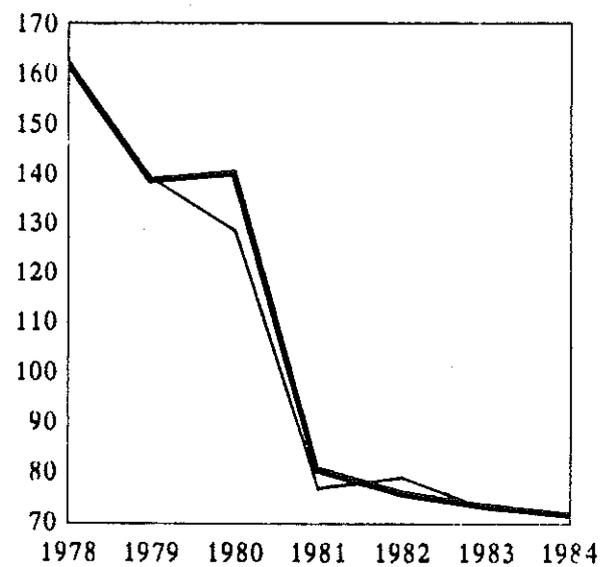
INVESTISSEMENTS DES ENTREPRISES
(en milliards de francs constants)

— Valeur observée
— Valeur simulée



INVESTISSEMENTS EN LOGEMENT
(en milliards de francs constants)

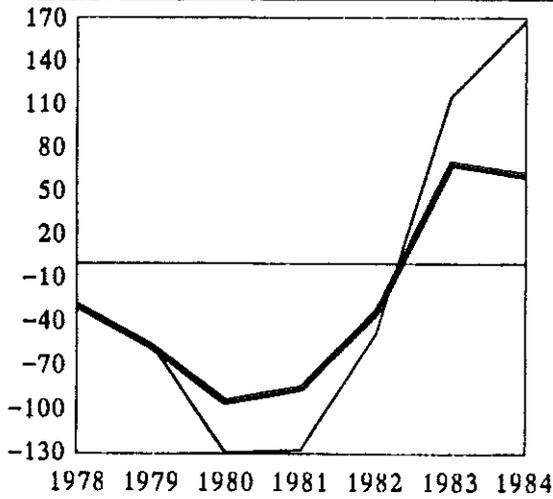
— Valeur observée
— Valeur simulée





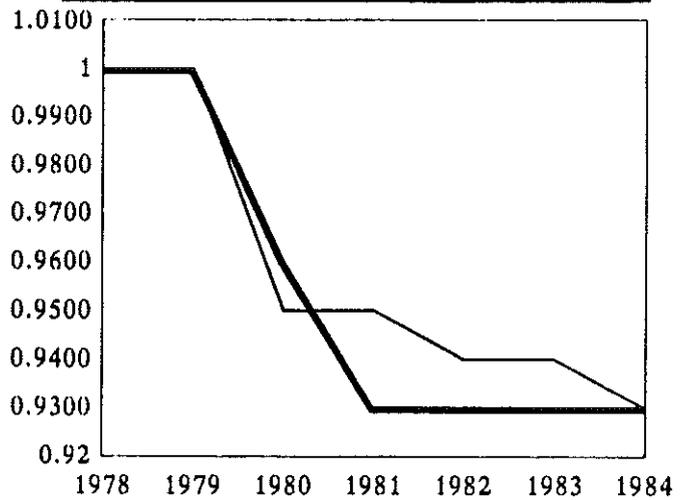
SOLDE EXTERIEUR
(en milliards de francs courants)

— Valeur observée
— Valeur simulée



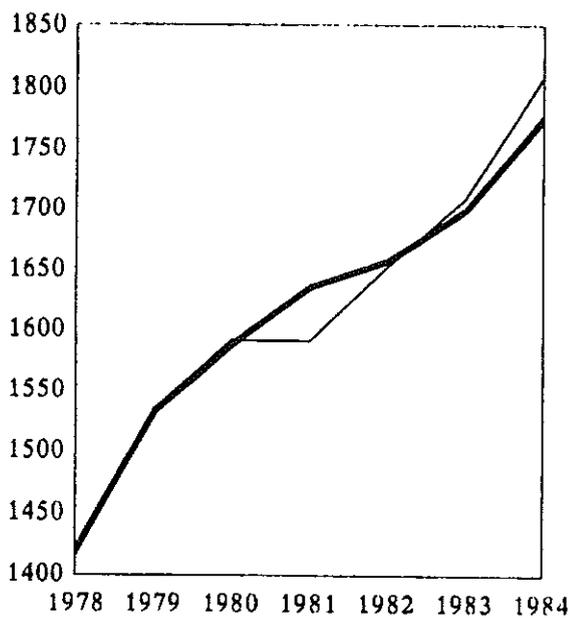
TERMES D'ECHANGE (=1 en 1975)

— Valeur observée
— Valeur simulée



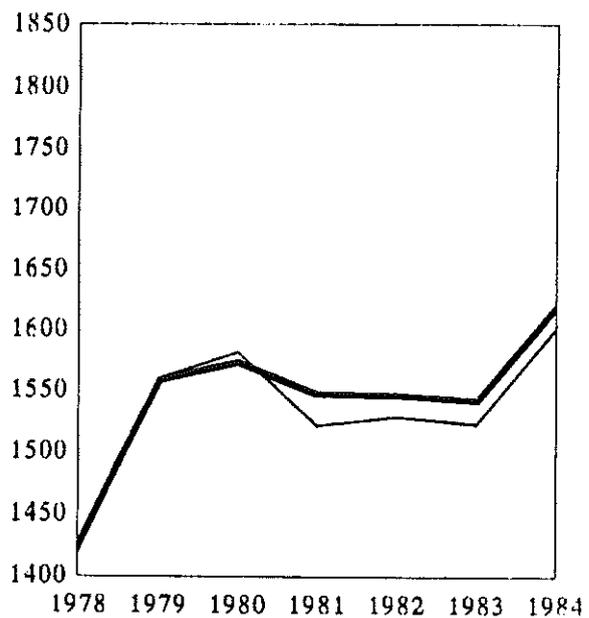
EXPORTATION DE BIENS ET SERVICES
(en milliards de francs constants)

— Valeur observée
— Valeur simulée



IMPORTATION DE BIENS ET SERVICES
(en milliards de francs constants)

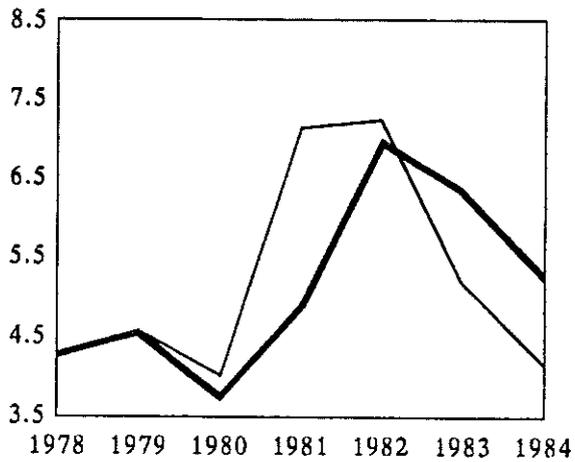
— Valeur observée
— Valeur simulée





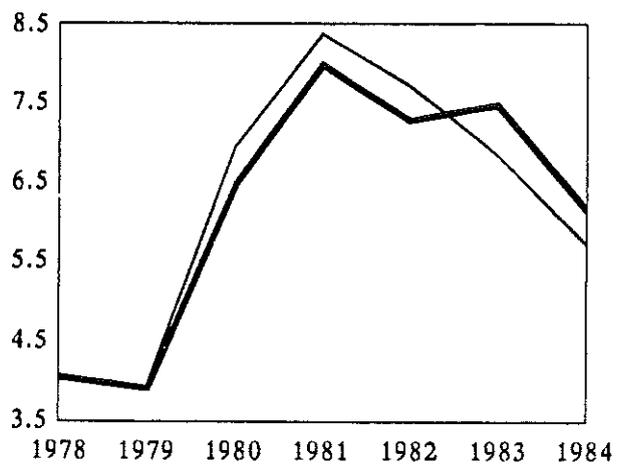
TAUX DE CROISSANCE (en %) DU DEFLATEUR DU PIB

— Valeur observée
— Valeur simulée



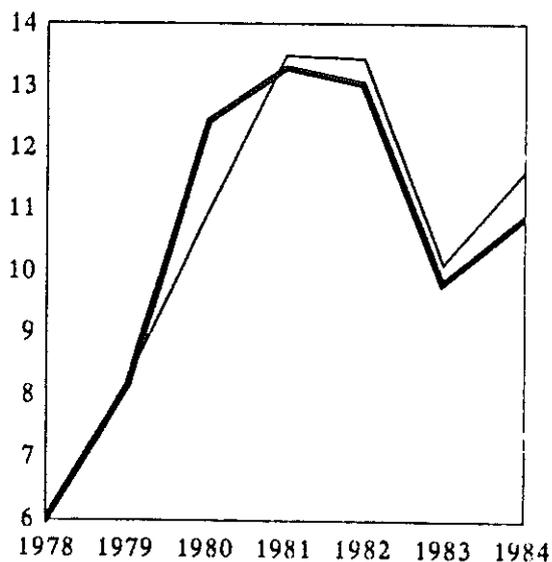
TAUX DE CROISSANCE (en %) DE L'INDICE DE PRIX DE LA CONSOMMATION PRIVEE

— Valeur observée
— Valeur simulée



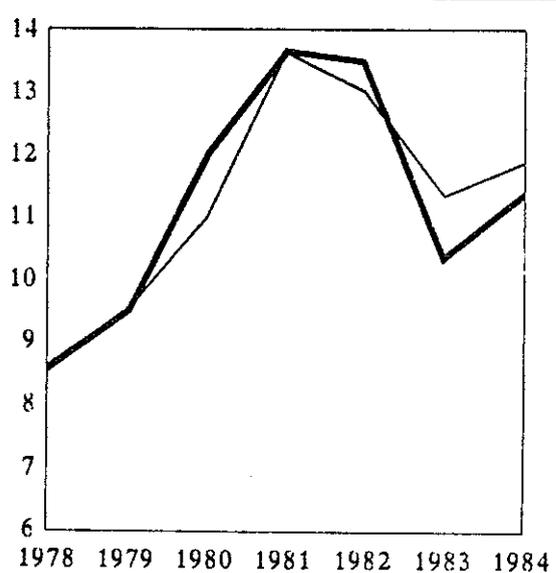
TAUX D'INTERET A COURT TERME (en %)

— Valeur observée
— Valeur simulée



TAUX D'INTERET A LONG TERME (en %)

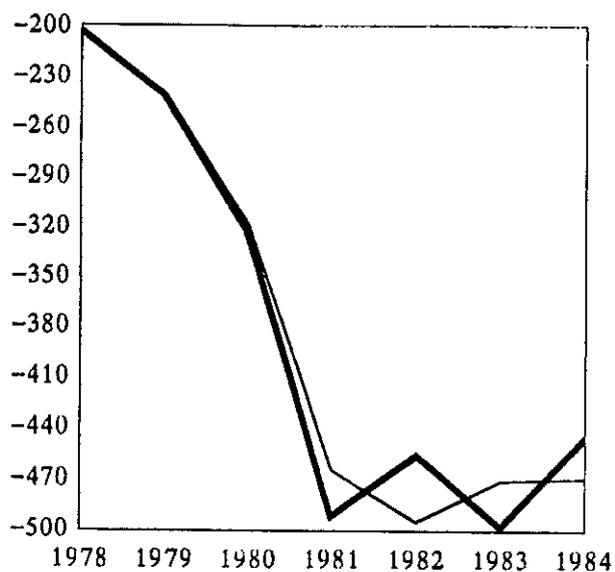
— Valeur observée
— Valeur simulée





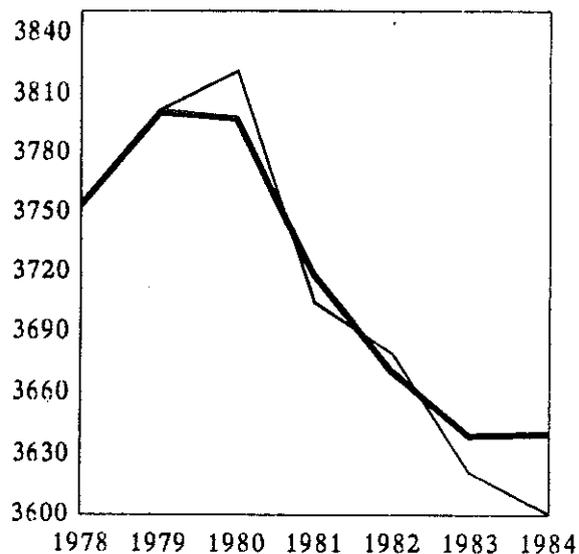
BESOIN DE FINANCEMENT PUBLIC
(en milliards de francs courants)

— Valeur observée
— Valeur simulée



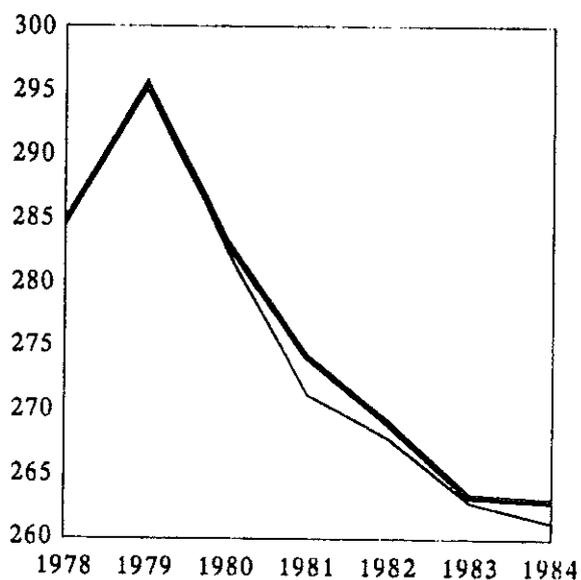
EMPLOI TOTAL
(en milliers)

— Valeur observée
— Valeur simulée



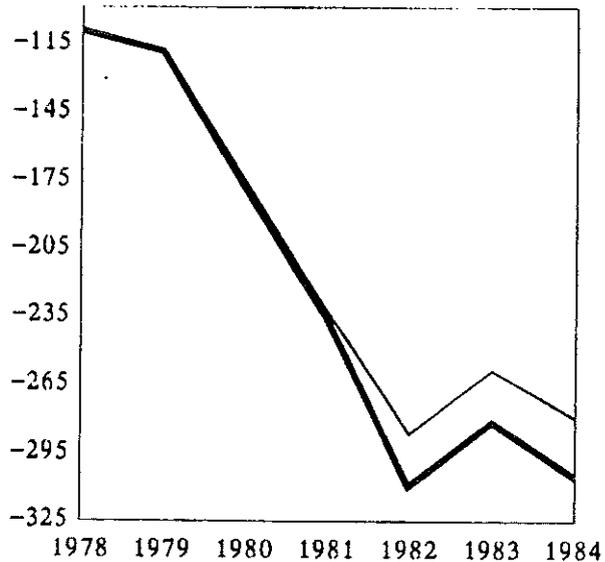
CONSOMMATION FINALE D'ENERGIE
(en milliards de francs constants)

— Valeur observée
— Valeur simulée



BALANCE ENERGETIQUE
(en milliards de francs courants)

— Valeur observée
— Valeur simulée

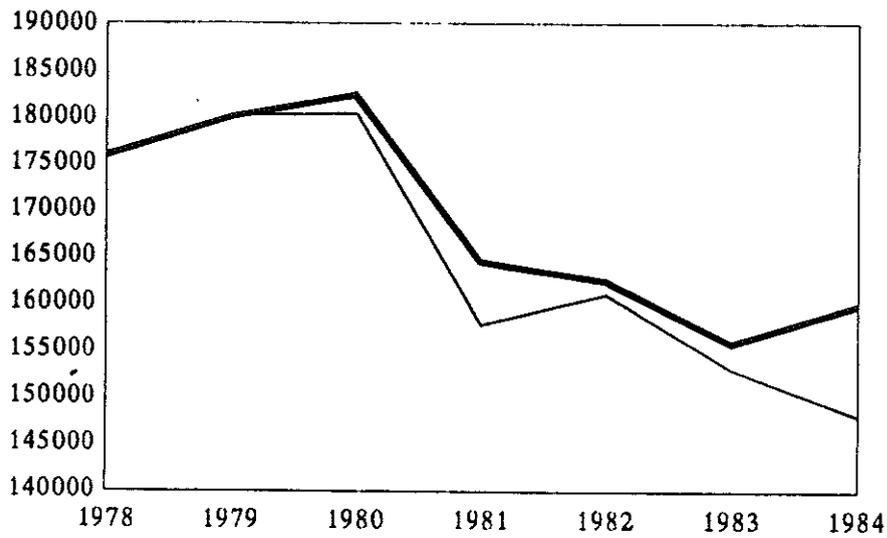




DEMANDE FINALE DE PRODUITS PETROLIERS

(en terajoules)

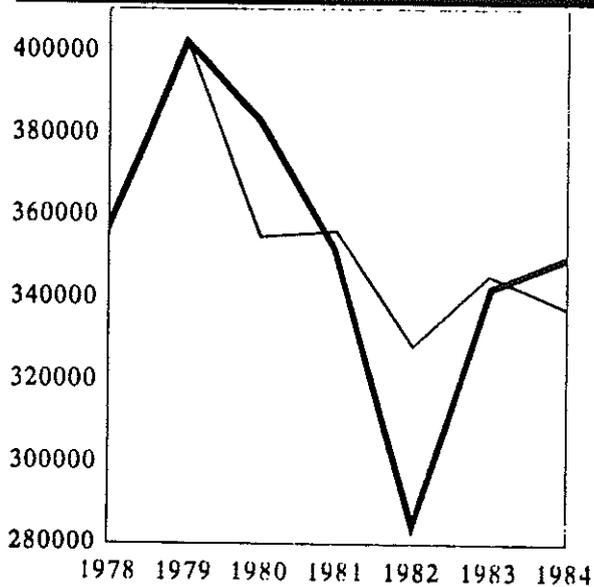
— Valeur observée
— Valeur simulée



DEMANDE FINALE DE GAZ

(en terajoules)

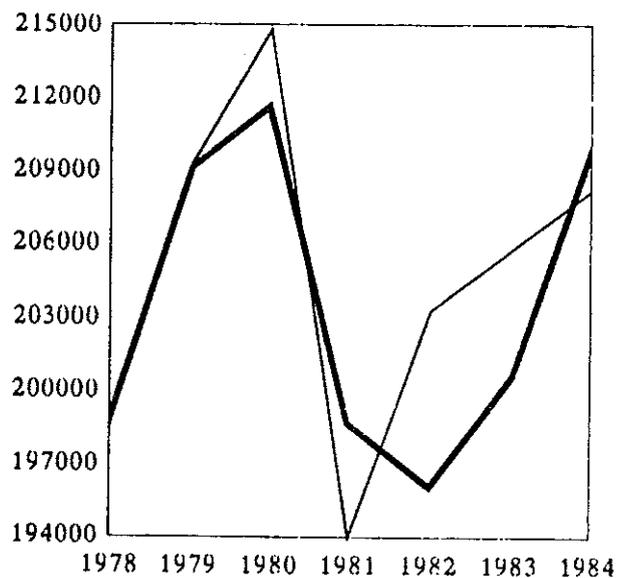
— Valeur observée
— Valeur simulée



DEMANDE FINALE D'ELECTRICITE

(en terajoules)

— Valeur observée
— Valeur simulée





4. ANALYSES EN VARIANTES DU MODELE HERMES

Un aspect important de la construction d'un modèle économétrique est constitué par l'étude en variantes de celui-ci. Celles-ci permettent en effet de tester le comportement dynamique du modèle et de mesurer la sensibilité de celui-ci aux valeurs numériques des exogènes.

Les variantes qui ont été réalisées partent de la simulation historique construite sur la période 1980-1984.

Quatre variantes sont envisagées dans cette partie (1) :

- Var. 1 : relance des investissements publics équivalant à 1 % du P.N.B. à partir de 1980 (accroissement soutenu).
- Var. 2 : dévaluation du franc belge de 10 %
- Var. 3 : accroissement de 1 % des salaires réels des secteurs marchands.
- Var. 4 : augmentation de 10 % des investissements de l'industrie manufacturière.

Les analyses de sensibilité et des comportements dynamiques des principales variables macroéconomiques et sectorielles sont menées sur la période 1980-1984. Les résultats sont réunis dans des tableaux fournissant les écarts, en niveaux, entre la simulation historique de base et chaque variante (2).

4.1 Variante n° 1 : relance des investissements publics.

On considère ici le cas d'une politique de relance via un accroissement des investissements publics. L'accroissement, qui est soutenu sur la période 1980-1984, équivaut à 1 % du P.N.B. de 1980 (soit 26,1 milliards de francs en prix de 1975 ou 34,1 milliards en prix courants), ce qui permet de mettre en évidence les multiplicateurs de ce type d'instrument. L'augmentation des dépenses publiques à laquelle donne lieu cette politique est supposée financée par l'emprunt public.

Comme nous l'indique le tableau 22 ci-dessous, les investissements publics en Belgique se composent essentiellement de dépenses en ouvrages de génie civil et en bâtiments publics. On peut donc s'attendre à ce qu'une politique de ce type profite avant tout au secteur de la construction.

(1) Ces variantes techniques ont été réalisées à la demande de la DG XII de la C.E.E. en vue d'illustrer le comportement du modèle HERMES belge et de permettre une comparaison avec les résultats de simulations identiques réalisées avec d'autres modèles HERMES nationaux.

(2) Les écarts sont donnés en %, sauf dans le cas de l'emploi (donné en % et en milliers), du solde extérieur (écarts en milliards de francs et en % du P.I.B.) et des finances publiques (écart en milliards de francs et en % du P.I.B.). Dans le cas du solde extérieur, un signe positif indique une amélioration de ce solde, tandis que dans le cas des finances publiques, un signe positif indique un accroissement des besoins de financement des pouvoirs publics.



Tableau 22 – Ventilation des investissements publics selon le secteur bénéficiaire (*) (en %)

Secteurs	Biens d'équipement	Biens de consommation	Bâtiments et ouvrages de génie civil	Autres services marchands	Total
	11,3	2,2	73,3	13,2	100

(*) Selon l'I/O de 1975.

Les principaux résultats de la simulation sont repris dans le tableau 23. On notera que l'ampleur des effets de la politique de relance est assez étroitement liée à la structure de retard épousée par les relations de comportement et dépend aussi fortement de la rapidité de propagation des effets prix. Comparé à d'autres modèles belges, HERMES se distingue par une structure d'adaptation des comportements relativement lente, de telle sorte que l'on peut s'attendre à ce que les effets positifs de la politique d'investissements publics perdurent à moyen terme.

A court terme (année t), l'injection de 26,1 milliards d'investissements publics permet d'accroître le P.I.B. de 0,78 %. Cet accroissement résulte de la hausse de la demande intérieure induite par la hausse des investissements publics (consommation privée et, surtout, investissements des entreprises), alors que, parallèlement, les exportations sont en baisse, en raison de la hausse des prix intérieurs engendrée par cette politique. Les importations s'accroissent de près de 0,50 % la première année, en réponse à la hausse de la demande sur le marché intérieur.

Les indices d'activité s'améliorent surtout dans le secteur de la construction : celui-ci connaît en effet, la première année, une hausse de sa valeur ajoutée de 6,1 %. C'est également dans ce secteur que se concentrent les créations d'emplois les plus importantes : 10.000 emplois la première année, alors qu'au total on enregistre une hausse de 11.500 emplois.

Les autres secteurs bénéficient également de cette relance de l'activité, mais à des degrés divers (allant de 0,6 % de hausse pour le secteur des biens d'équipement, à seulement 0,2% pour le secteur énergétique).

Dès la seconde année de la simulation, et malgré le bon comportement des investissements privés (dont le taux de croissance s'accroît encore de 0,4 %, grâce aux effets accélérateurs), l'activité économique plafonne en raison de la hausse des coûts intérieurs et de la perte de compétitivité que celle-ci induit : les importations s'accroissent de 0,79 % (contre 0,72 % pour l'ensemble des utilisations finales) et les exportations perdent 0,05 %. Au total, le P.I.B. ne s'accroît plus que de 0,70 % (soit une perte de croissance de 0,08 %). Sur le plan sectoriel, seul le secteur de la construction continue à accroître ses performances. Par contre les secteurs exposés enregistrent une baisse de leurs gains (effet compétitivité). Les secteurs abrités (services et transports) maintiennent quant à eux les gains d'activité obtenus la première année.



A moyen terme, les effets positifs de la politique d'investissements publics s'amenuisent de plus en plus et, en fin de période, le P.I.B. ne conserve plus qu'un gain de 0,54 % par rapport à son niveau de la simulation de base. Les gains en emplois se maintiennent toutefois à leur niveau atteint la deuxième année (13.000 unités), malgré un léger recul des créations d'emplois dont bénéficie la construction.



Tableau 23 – Variante 1 : hausse des investissements publics de 1 % du PNB
Effets sur les principaux agrégats macro-sectoriels
(différences en % par rapport à la simulation de base)

	t	t+1	t+2	t+3	t+4
1. PIB et ses composantes (en volume)					
. P.I.B.	0,78	0,70	0,64	0,59	0,54
. Consommation privée	0,03	0,08	0,12	0,15	0,16
. Investissements (total)	5,12	6,07	5,89	6,01	5,99
dont entreprises	0,25	0,67	0,42	0,22	0,10
. Exportations de biens et services	-0,04	-0,05	-0,07	-0,10	-0,12
. Importations de biens et services	0,49	0,79	0,87	0,91	0,90
2. Prix et salaires					
. Prix de la consommation privée	0,11	0,17	0,23	0,31	0,38
. Prix du P.I.B.	0,18	0,21	0,27	0,34	0,43
. Salaire brut horaire	0,32	0,59	0,64	0,70	0,77
3. Emploi total					
. écart en milliers	11,5	13,1	13,1	13,2	13,2
. écart en %	0,30	0,35	0,35	0,36	0,36
4. Balance extérieure courante					
. écart en milliards de F	-10,0	-17,7	-22,2	-25,1	-28,4
. écart en % du PIB	-0,27	-0,45	-0,53	-0,59	-0,63
5. Finances publiques (besoins de financement des pouvoirs publics)					
. écart en milliards de F	+18,4	+17,7	+21,8	+23,6	+26,6
. écart en % du PIB	+0,45	+0,38	+0,44	+0,45	+0,48
6. Résultats sectoriels					
Valeur ajoutée aux prix du marché (volume)					
. Energie	+0,20	+0,28	+0,29	+0,32	+0,37
. Biens intermédiaires	+0,46	+0,31	+0,04	-0,07	-0,15
. Biens d'équipement	+0,64	+0,63	+0,43	+0,33	+0,29
. Biens de consommation	+0,15	+0,10	+0,06	+0,04	0
. Construction	+6,14	+6,34	+5,81	+5,86	+6,00
. Transports et Communication	+0,24	+0,26	+0,22	+0,21	+0,19
. Autres services marchands	+0,46	+0,47	+0,44	+0,42	+0,40
investissements (volume)					
. Biens intermédiaires	+0,44	+1,20	-0,98	-1,46	-1,17
. Biens d'équipement	+2,41	+2,25	+1,57	+1,24	+1,02
. Biens de consommation	+0,37	+0,11	-0,14	-0,30	-0,55
. Construction	+1,22	+0,61	+0,23	+0,40	+0,41
. Transports et Communication	-	+0,12	+0,12	-0,06	-0,17
. Autres services marchands	+0,03	+1,21	+1,22	+0,89	+0,71
Emploi (milliers)					
. Energie	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1
. Biens intermédiaires	+0,1	+0,3	+0,2	+0,2	+0,1
. Biens d'équipement	+0,5	+0,7	+0,8	+1,0	+1,0
. Biens de consommation	+0,4	+0,3	+0,2	+0,2	+0,1
. Construction	+10,1	+11,1	+10,4	+9,9	+9,6
. Transports et Communication	+0,1	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3
. Autres services marchands	+0,3	+0,6	+1,0	+1,6	+2,0



La relance des investissements publics se révèle relativement coûteuse pour les finances publiques : après 5 ans, le solde net à financer s'accroît de 26,6 milliards de francs. En effet, l'accroissement des dépenses en capital de l'Etat (+ 46 milliards à prix courants en t + 4) et l'augmentation des dépenses courantes à partir de la 3^e année (dues à la relance de l'inflation et à la hausse des taux d'intérêt) ne sont que partiellement compensés par la hausse des recettes courantes de l'Etat (à concurrence de 29,7 milliards en t + 4). On notera toutefois que cette politique s'avère largement positive pour les comptes de la sécurité sociale, qui s'améliorent de 12 milliards de francs en fin de période.

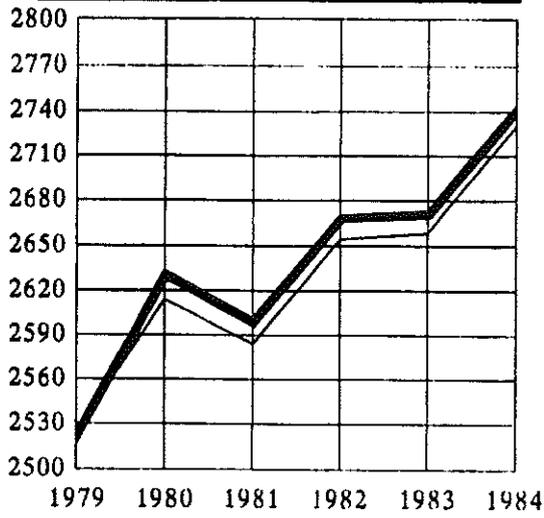
Tableau 24 - Effet de la hausse des investissements publics sur les finances publiques (écarts en milliards de francs par rapport à la simulation de base)

	RECETTES		DEPENSES		
	t	t + 4	t	t + 4	
IPP	+3,7	+10,2	Consommation publique	+0,8	+3,1
Isoc	+1,3	+0,6	Transferts de sécurité sociale	-3,9	-1,9
Impôts indirects	+5,3	+9,1	dont chômage	-3,0	-3,2
Cotisations personnelles	+0,8	+2,8	Intérêts de la dette publique	+0,8	+10,3
Cotisations patronales	+3,1	+7,1			
Total	+14,2	+29,7	total	-3,1	+10,0
			Formation brute de capital fixe	+35,7	+46,3
			Besoins de financement	+18,4	+26,6

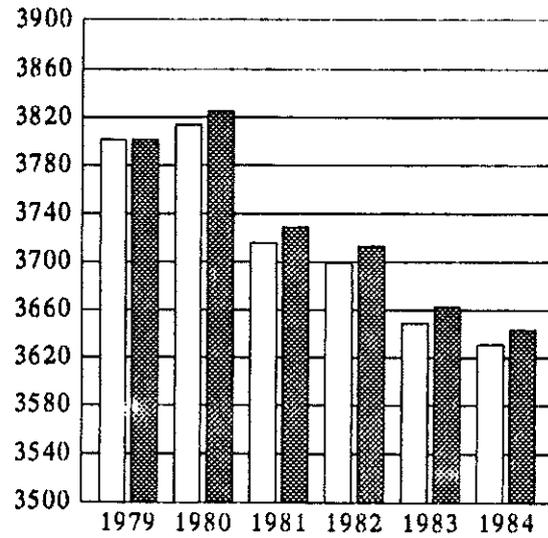
Enfin, l'évolution de la balance extérieure reflète surtout la hausse, pratiquement continue, des importations et la baisse concomitante des exportations (- 0,12 % en t + 4). Malgré une légère hausse des termes de l'échange (due à la croissance des prix à l'exportation), la balance extérieure se détériore de 18,4 milliards de francs dès la première année et de 26,6 milliards en fin de période.



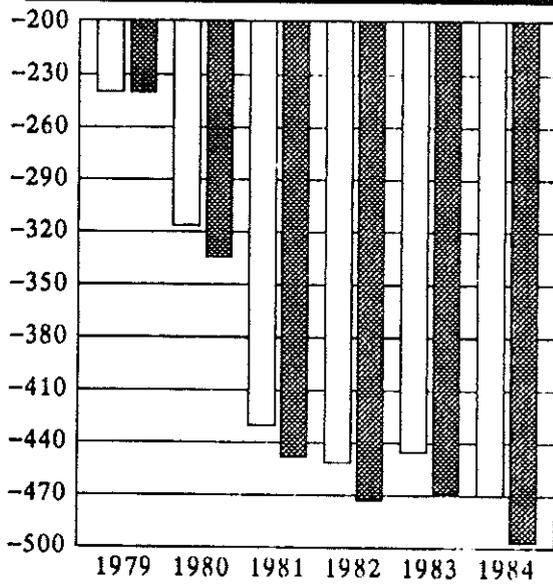
EVOLUTION DU PIB
(MILLIARDS DE FRANCS)
— (1) — (2)



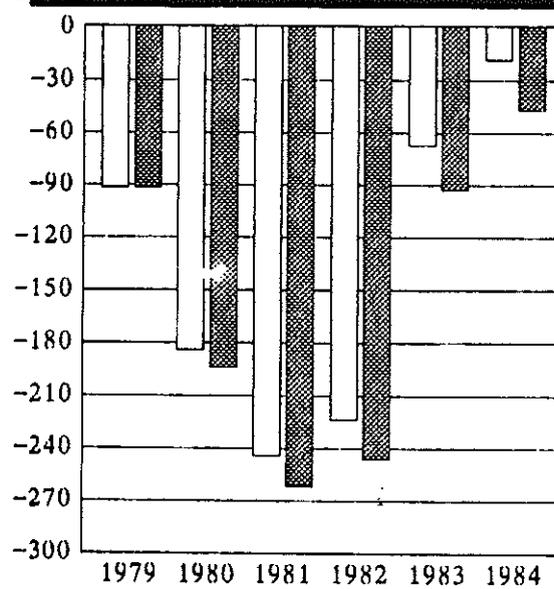
EMPLOI (EN MILLIERS)
□ (1) ■ (2)



FINANCES PUBLIQUES
(MILLIARDS DE FRANCS)
□ (1) ■ (2)



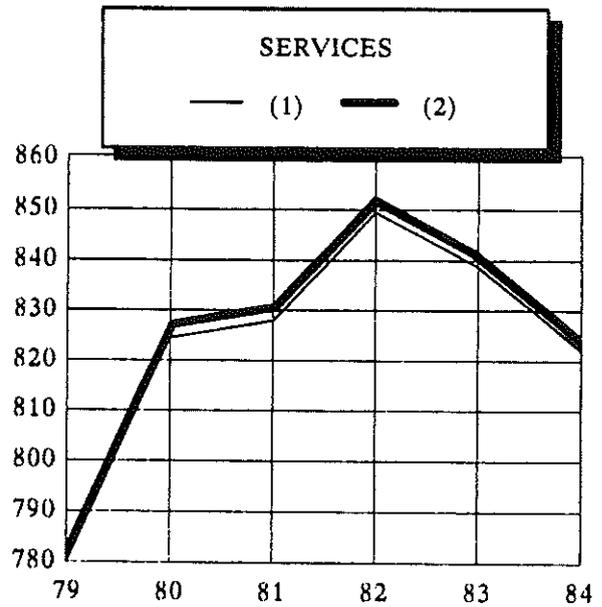
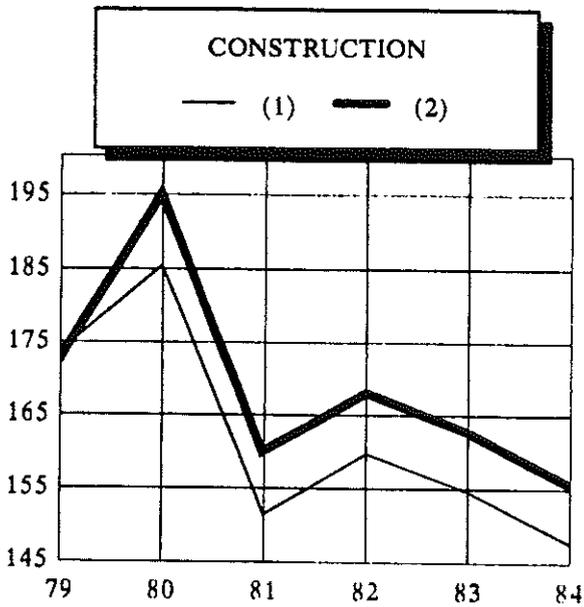
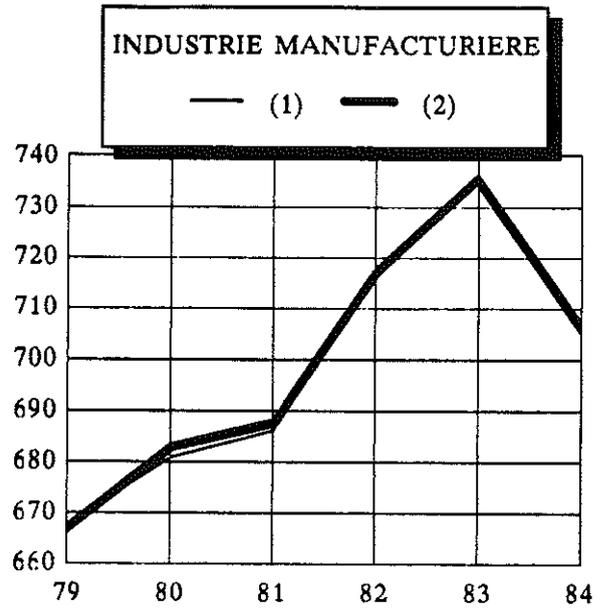
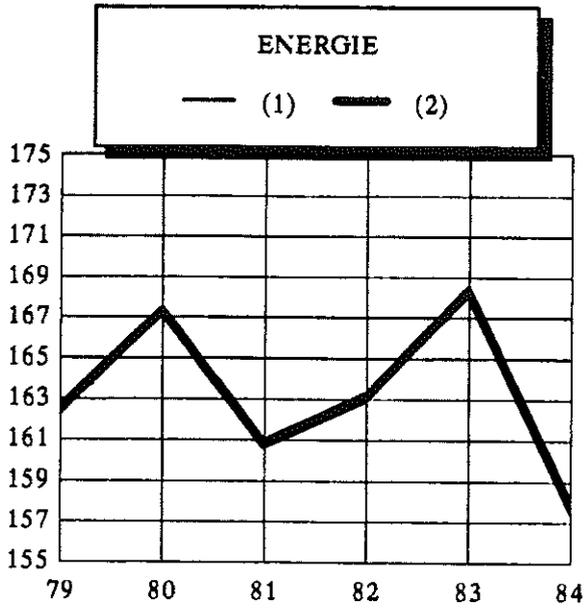
PRET NET AU RESTE DU MONDE
(MILLIARDS DE FRANCS)
□ (1) ■ (2)



(1) Simulation historique
(2) Simulation investissements publics



VALEURS AJOUTÉES (VOLUMES)



- (1) Simulation historique
- (2) Simulation investissements publics



4.2 Variante n° 2 : dévaluation du franc belge de 10 %.

Cette variante permet d'étudier l'impact d'une modification de la parité franc belge/dollar de 10 % et, par conséquent, de la hausse des prix des biens et services importés, exprimés en francs belges. Cette dévaluation est réalisée sans mesure d'accompagnement et dans un contexte d'indexation complète des salaires.

Les effets les plus importants de cette variante sont enregistrés au niveau du commerce extérieur. A court terme (année t), les exportations totales s'accroissent de 1,2 %, alors que les importations régressent légèrement. L'accélération de la croissance économique qui en résulte pour la plupart des secteurs (le P.I.B. est en hausse de 0,2 % par rapport à la simulation de base) stimule les investissements des entreprises, en hausse de 1,24 % par rapport à leur niveau de base. Assez logiquement, la dévaluation avantage surtout les secteurs exposés dont les valeurs ajoutées (industries manufacturières) s'accroissent, à court terme, de 1,1 à 1,9 % (1,1 pour les biens d'équipement, 1,7 % pour les biens de consommation et 1,9 % pour les biens intermédiaires). Dans ce contexte plus favorable, les autres secteurs bénéficient également d'un regain de croissance (+ 1,2 % pour les transports et communications, + 0,8 % pour les services, + 0,3 % pour l'énergie).

Les créations d'emplois atteignent dès la première année plus de 5.000 unités, concentrées surtout dans les industries manufacturières.

Par ailleurs, la dévaluation relance l'inflation intérieure, ce qui n'est bien sûr pas sans conséquence à moyen terme. Malgré l'indexation dont bénéficient les salaires, la consommation des ménages est en léger recul. Ce tassement résulte de la diminution, en termes réels, de la portion non indexée du revenu disponible (revenus des indépendants et revenus de la propriété).

A moyen terme, les effets pervers de la relance de l'inflation intérieure et de la hausse des coûts qui en résulte se font progressivement sentir. Si la deuxième année de simulation permet d'obtenir des résultats encore relativement favorables (les investissements continuent à s'accroître de même que les exportations), dès la troisième année, on enregistre une baisse des différents agrégats composant le P.I.B. : consommation privée, investissements et exportations perdent de 0,2 à 0,7 % de croissance.

Le comportement des importations reste, quant à lui, fondamentalement lié à celui de la demande totale et de la compétitivité intérieure.

Les importations sont en hausse la deuxième année, en raison de l'accroissement de la demande globale et du fait de l'accélération de l'inflation intérieure. La troisième année, les importations plafonnent, en conservant pratiquement l'écart observé en t + 1 (en raison de la baisse de la demande globale qui joue à la baisse et de l'inflation intérieure qui joue à la hausse). A moyen terme (t + 3 et t + 4), les importations tendent à se contracter, en raison surtout de la baisse du P.I.B. La persistance d'une accélération des prix intérieurs a pour effet de freiner cette réduction.



Tableau 25 - Variante 2 : dévaluation du franc belge de 10 %
Effets de la variante sur les principaux agrégats macro-sectoriels
(différences en % par rapport à la simulation de base)

	t	t + 1	t + 2	t + 3	t + 4
1. PIB et ses composantes (en volume)					
. P.I.B.	0,91	1,28	1,03	0,80	0,59
. Consommation privée	-0,03	-0,06	-0,25	-0,49	-0,75
. Investissements (total)	0,73	2,75	2,45	1,92	1,29
dont entreprises	1,24	4,22	3,49	2,68	1,70
. Exportations de biens et services	1,18	1,51	1,37	1,23	1,07
. Importations de biens et services	-0,03	0,34	0,33	0,18	-0,03
2. Prix et salaires					
. Prix de la consommation privée	1,39	2,77	3,81	4,66	5,31
. Prix des exportations	5,37	6,74	7,57	8,00	8,29
. Prix des importations	6,66	8,30	9,08	9,45	9,70
. Salaire brut horaire	1,93	4,04	5,09	6,00	6,68
3. Emploi total					
. milliers	5,2	11,3	12,7	14,2	15,1
. %	0,14	0,30	0,34	0,39	0,42
4. Balance extérieure courante					
. écart en milliards de F	+2,1	-8,2	-6,7	+8,0	+18,0
. écart en % du PIB	+0,10	-0,12	-0,10	+0,10	+0,25
5. Finances publiques (besoins de financement des pouvoirs publics)					
. écart en milliards de F	-14,1	-28,6	-33,7	-42,3	-50,6
. écart en % du PIB	-0,54	-1,09	-1,19	-1,38	-1,51
6. Résultats sectoriels					
Valeur ajoutée aux prix du marché (volume)					
. Energie	0,34	0,61	0,77	0,85	0,93
. Biens intermédiaires	1,88	1,01	0,42	0,33	0,42
. Biens d'équipement	1,14	2,79	2,35	1,93	1,63
. Biens de consommation	1,74	1,84	1,44	1,25	1,22
. Construction	0,99	2,25	2,15	1,60	1,11
. Transports et Communication	1,16	1,85	1,71	1,59	1,34
. Autres services marchands	0,76	1,18	0,95	0,66	0,36
Emploi (milliers)					
. Energie	0,21	0,57	0,93	1,37	1,80
. Biens intermédiaires	0,23	1,32	1,14	1,61	1,71
. Biens d'équipement	0,74	2,23	2,97	3,57	3,91
. Biens de consommation	4,86	6,61	7,02	7,34	7,54
. Construction	-0,39	0,31	-0,64	-1,76	-2,32
. Transports et Communication	0,51	1,24	1,80	2,14	2,34
. Autres services marchands	-0,99	-1,15	-0,57	-0,03	0,15
Exportations (volumes)					
. Energie	0,01	0,25	0,43	0,47	0,40
. Biens intermédiaires	1,97	1,58	1,19	0,97	0,81
. Biens d'équipement	0,35	0,68	0,80	0,74	0,67
. Biens de consommation	0,71	0,52	0,38	0,28	0,23
. Construction	0,44	0,40	0,51	0,60	0,74
. Transports et Communication	2,39	4,41	4,55	4,20	3,75
. Autres services marchands	2,11	4,32	4,27	3,98	3,64
Importations (volumes)					
. Energie	0,36	0,65	0,68	0,75	0,74
. Biens intermédiaires	1,15	1,75	1,79	1,61	1,29
. Biens d'équipement	0,36	1,13	0,93	0,69	0,51
. Biens de consommation	-2,26	-2,37	-2,39	-2,46	-2,59
. Construction	-1,61	-2,94	-4,49	-6,13	-7,88
. Transports et Communication	0,40	1,85	2,69	3,09	3,19
. Autres services marchands	1,02	1,14	0,82	0,77	0,86



L'évolution de la balance extérieure reflète à la fois l'évolution des volumes importés et exportés et celle des prix d'exportation et d'importation. On enregistre tout d'abord une légère amélioration de la balance extérieure, grâce à l'amélioration des volumes nets exportés, que compense en grande partie la détérioration des termes de l'échange. En $t + 1$ et $t + 2$, la balance extérieure se détériore : en effet, c'est durant ces deux années que les pertes de termes d'échange culminent à leurs niveaux les plus élevés. C'est également en $t + 1$ que les importations s'accroissent, sous l'impulsion de la demande intérieure. En $t + 3$ et $t + 4$, la balance extérieure se redresse à nouveau, grâce au ralentissement des importations et à de moins grandes pertes de termes d'échange (dû à l'accélération de l'inflation intérieure). L'amélioration de la balance extérieure ne dépasse toutefois pas l'équivalent de 0,25 % du P.I.B.

L'amélioration de la balance courante se concentre surtout dans les industries manufacturières, qui profitent de l'accroissement de leurs exportations et de la baisse de leurs importations (baisse concentrée dans le secteur des biens de consommation et due à la réduction de la consommation des ménages). Les services et les transports et communications améliorent également leur solde extérieur. Par contre, on notera une hausse sensible de la facture extérieure énergétique due, presque exclusivement, au renchérissement des prix des produits énergétiques importés.

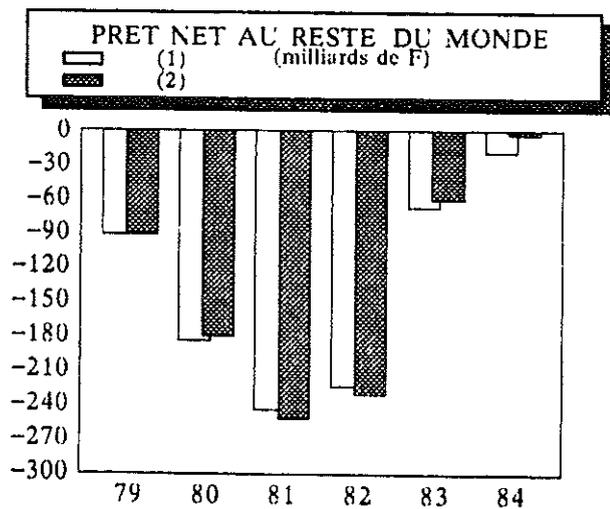
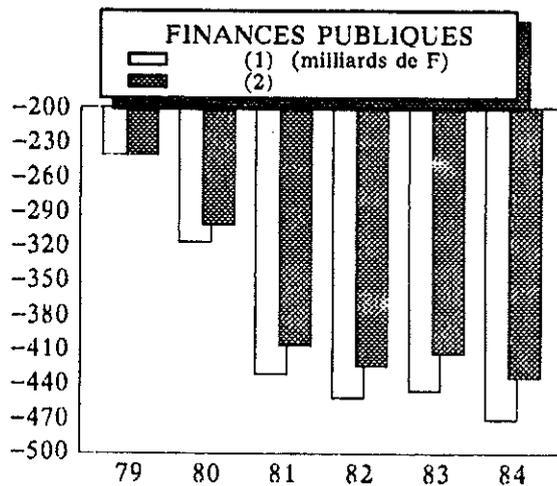
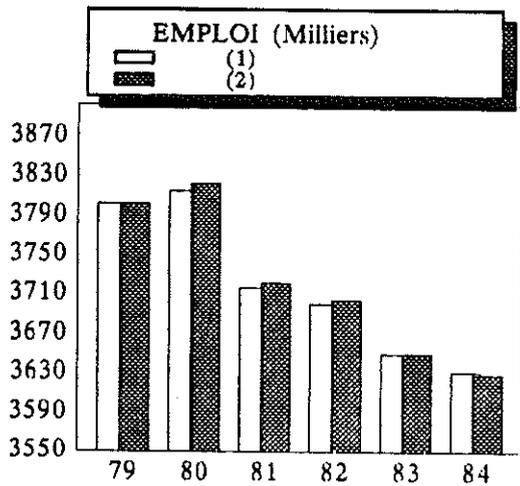
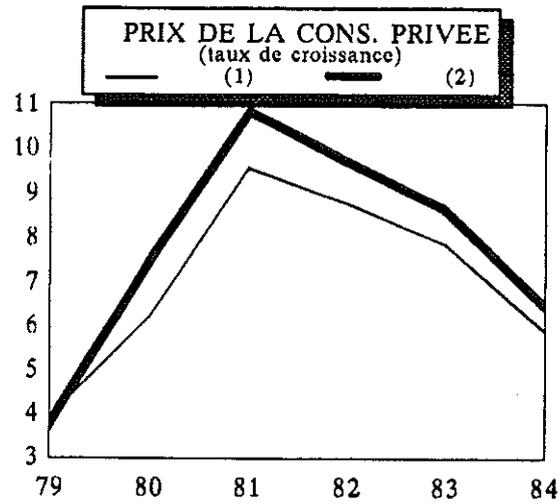
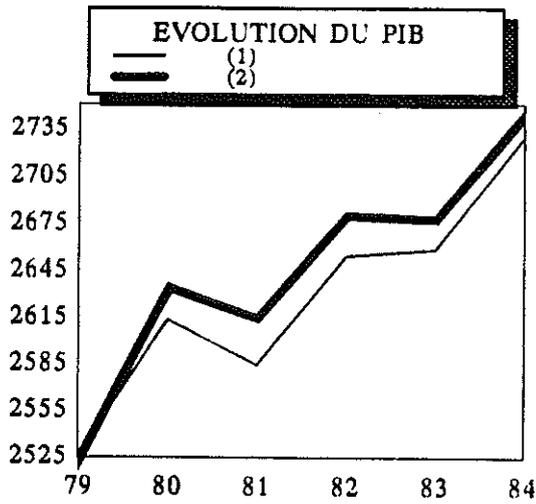
Enfin, les effets de cette simulation apparaissent comme relativement favorables pour les finances publiques. En effet, dès la première année les besoins de financement se réduisent de 14 milliards et, en fin de période, la baisse de ces besoins atteint 51 milliards. Cette amélioration se fonde sur les évolutions suivantes :

- hausse importante de recettes due, principalement, à l'accroissement du rendement de l'I.P.P. (en raison de la hausse de l'assiette nominale de l'I.P.P. et en l'absence d'indexation des barèmes) ; la hausse des recettes de cotisations sociales correspond quant à elle à peu près à la hausse des dépenses sociales. Globalement, le solde du compte de la sécurité sociale reste donc quasiment inchangé ;
- les dépenses s'accroissent également en raison de la hausse des prix et de l'indexation des salaires et prestations sociales que celle-ci induit. Deux facteurs tempèrent toutefois l'accroissement des dépenses : la réduction du chômage qui permet de contenir assez largement la hausse des prestations de chômage ; la baisse des paiements d'intérêt, effective en $t + 4$, due à la réduction du solde à financer.

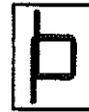


Tableau 26 - Variante 2 : dévaluation de 10 % du franc belge
Effets de la variante sur les finances publiques

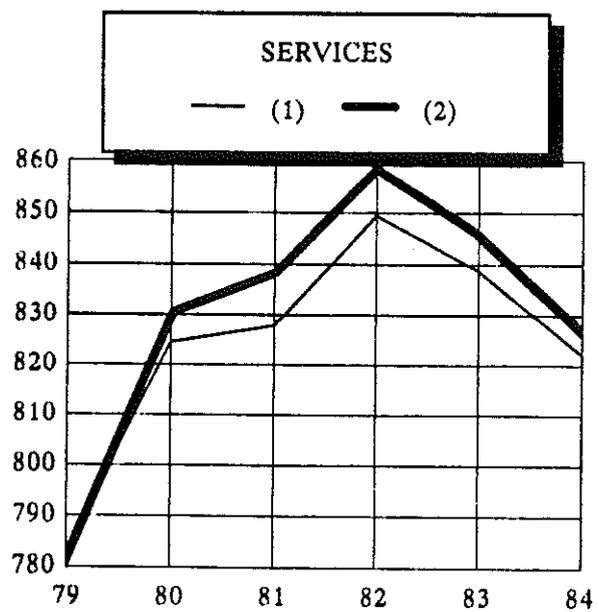
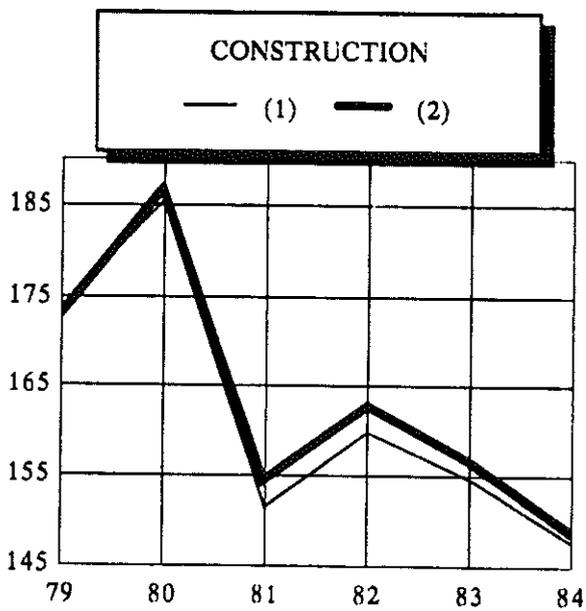
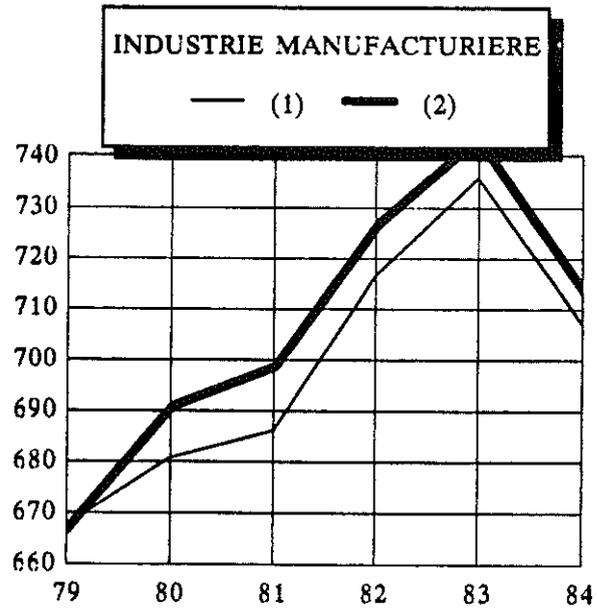
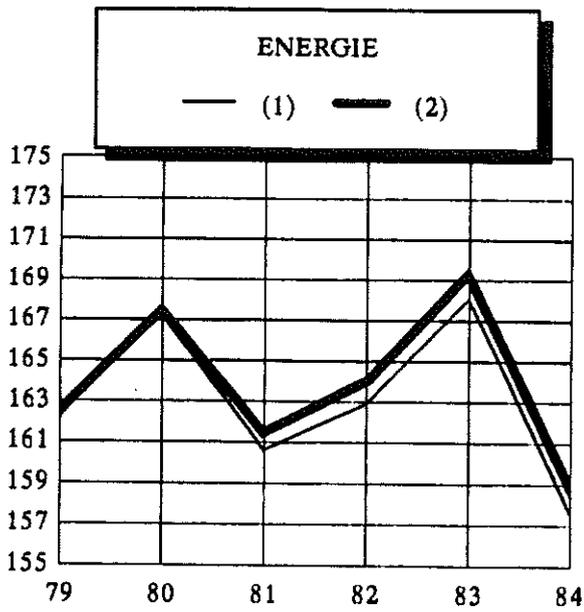
	RECETTES		DEPENSES	
	t	t + 4	t	t + 4
IPP	13,6	64,7	Consommation publique	7,9 39,3
Isoc	1,8	1,3	Prestation sociales	7,6 49,0
Impôts indirects	5,0	18,0	. dont chômage	-0,4 4,2
Cotisations personnelles	2,9	18,3	Intérêts	1,0 -2,2
Cotisations patronales	6,5	29,7	Total	15,2 78,7
Total	30,1	133,1	Besoins de financement	-14,1 -50,6



(1) Simulation historique
(2) Simulation Dévaluation



VALEURS AJOUTEES (VOLUMES)



- (1) Simulation historique
- (2) Simulation dévaluation



4.3 Variante n° 3 : augmentation des salaires réels de 1 %.

Cette variante est consacrée à l'examen des effets d'un accroissement ex-ante des salaires réels de 1 %, bénéficiant à l'ensemble des secteurs marchands.

A court terme (année t), cette mesure a des conséquences logiquement favorables sur le niveau de la consommation des ménages. En effet, l'injection d'un pouvoir d'achat supplémentaire d'environ 15 milliards de francs vient gonfler le revenu disponible réel et permet une hausse de 0,20 % en volume de la consommation privée. En corollaire, cette hausse de la consommation intérieure entraîne un accroissement du même ordre des importations. L'activité intérieure ne bénéficie par contre que dans une mesure très limitée de cette relance de la consommation. Ce résultat est logique car la hausse de la consommation privée est réalisée via une hausse des coûts salariaux et, donc, une détérioration de la compétitivité des entreprises nationales. Seul le secteur énergétique bénéficie assez largement de la hausse de la demande et accroît sa valeur ajoutée de 0,19 %.

On notera que la plupart des secteurs accroissent leurs investissements, à court terme, mais il s'agit dans ce cas uniquement d'investissements de rationalisation induits par l'accroissement du coût relatif du travail. L'emploi, de son côté, est en recul, dès la première année et le niveau de chômage s'accroît de 1100 unités.

Enfin, les exportations se réduisent d'emblée de 0,11 % en raison de la hausse des coûts des entreprises. Au total, le P.I.B. se réduit légèrement dès la première année, en perdant 0,06 % de croissance.

A moyen terme, les effets défavorables de la hausse des coûts et des pertes de rentabilité et de compétitivité que celle-ci engendre deviennent prédominants : l'ensemble des composantes du P.I.B. sont en baisse dès l'année t + 1 (par contre, les importations sont encore en légère hausse), et, en général, cette baisse s'accroît encore les années suivantes. Après cinq ans (t + 4), le P.I.B. perd 0,3 % et l'emploi recule de 6000 unités. Cette perte se répartit de manière plus ou moins uniforme entre les différents secteurs, avec une plus grande baisse relative toutefois pour les secteurs exposés.

La hausse des salaires réels provoque une détérioration de la balance extérieure courante, valant 3,8 milliards de francs en t et atteignant 4,8 milliards de francs en t + 4. Cette détérioration résulte de la baisse générale des exportations des différents secteurs, les importations épousant quant à elles un comportement nettement plus nuancé (hausse en début de période notamment).



Tableau 27 - Variante 3 : augmentation des salaires réels de 1 %
Effets de la variante sur les principaux agrégats macro-sectoriels
(différences en % par rapport à la simulation de base)

	t	t + 1	t + 2	t + 3	t + 4
1. PIB et ses composants					
. P.I.B.	-0,06	-0,15	-0,21	-0,26	-0,30
. Consommation privée	0,20	0,18	0,13	0,10	0,07
. Investissements totaux	0,06	-0,08	-0,27	-0,40	-0,50
dont entreprises	0,09	-0,19	-0,47	-0,63	-0,71
. Exportations de biens et services	-0,11	-0,15	-0,18	-0,21	-0,23
. Importations de biens et services	0,20	0,24	0,21	0,19	0,17
2. Prix et salaires					
. Prix de la consommation privée	0,22	0,32	0,41	0,50	0,57
. Prix du P.I.B.	0,29	0,43	0,54	0,66	0,76
. Salaire horaire brut	1,31	1,33	1,41	1,51	1,59
3. Emploi					
. écart en milliers	-1,1	-2,1	-3,1	-4,5	-6,1
. écart en %	-0,03	-0,06	-0,09	-0,13	-0,17
4. Balance extérieure courante					
. milliards de francs	-3,8	-5,0	-4,9	-4,8	-4,8
. écart en % du PIB	-0,11	-0,13	-0,11	-0,11	-0,11
5. Finances publiques (besoins de financement de l'Etat)					
. milliards de francs	-7,8	-6,3	-4,8	-5,3	-5,3
. % du PIB	-0,25	-0,20	-0,15	-0,16	-0,16
6. Résultats sectoriels					
Valeur ajoutée aux prix du marché (volumes)					
. Energie	0,19	0,22	0,22	0,22	0,22
. Biens intermédiaires	-0,01	-0,15	-0,23	-0,28	-0,36
. Biens d'équipement	0,01	-0,19	-0,33	-0,43	-0,55
. Biens de consommation	0	-0,13	-0,18	-0,21	-0,27
. Construction	-0,28	-0,39	-0,52	-0,64	-0,79
. Transports et Communication	0,01	-0,12	-0,21	-0,29	-0,34
. Autres services marchands	-0,17	-0,24	-0,33	-0,39	-0,46
Investissements (volumes)					
. Biens intermédiaires	0,26	-0,31	-0,96	-1,23	-1,11
. Biens d'équipement	0,09	-0,46	-0,48	-0,36	-0,52
. Biens de consommation	0,53	-0,36	-1,22	-1,91	-2,15
. Construction	0,02	0,09	0,02	0,01	-0,01
. Transports et Communication	0,01	-0,69	-0,60	-0,62	-0,80
. Autres services marchands	0,08	0,17	-0,22	-0,48	-0,65
Emploi (milliers)					
. Energie	0,02	0,03	0,01	-0,01	-0,03
. Biens intermédiaires	-0,01	-0,05	-0,14	-0,24	-0,35
. Biens d'équipement	-0,05	-0,27	-0,51	-0,78	-1,04
. Biens de consommation	-0,03	-0,47	-0,81	-1,14	-1,60
. Construction	-0,22	-0,42	-0,71	-0,88	-1,04
. Transports et Communication	0,04	0,02	-0,05	-0,13	-0,22
. Autres services marchands	-0,88	-0,81	-1,00	-1,32	-1,78



Enfin, la hausse des salaires réels se révèle intéressante pour les finances publiques, dont le solde déficitaire diminue légèrement tout au long de la période de simulation. Ce résultat appelle toutefois les remarques suivantes :

- le résultat positif tient surtout à la hausse du rendement de l'I.P.P., dû (en l'absence d'indexation des barèmes fiscaux) à la hausse des prix à la consommation et, donc, à l'indexation des salaires ;
- cette simulation exclut une quelconque augmentation des salaires réels du secteur public.

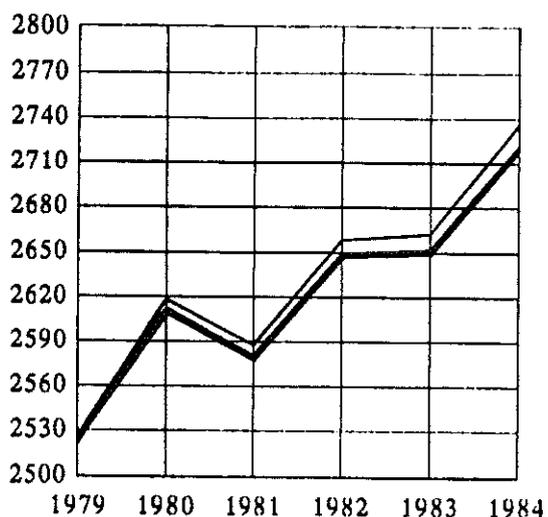
Une hausse de ceux-ci (concomitante à la hausse des salaires du secteur privé) aurait inévitablement entraîné une détérioration des comptes de l'Etat.

Tableau 28 - Variante 3 : augmentation des salaires réels de 1 %
Effets sur les finances publiques
(écarts en milliards de francs par rapport à la simulation de base)

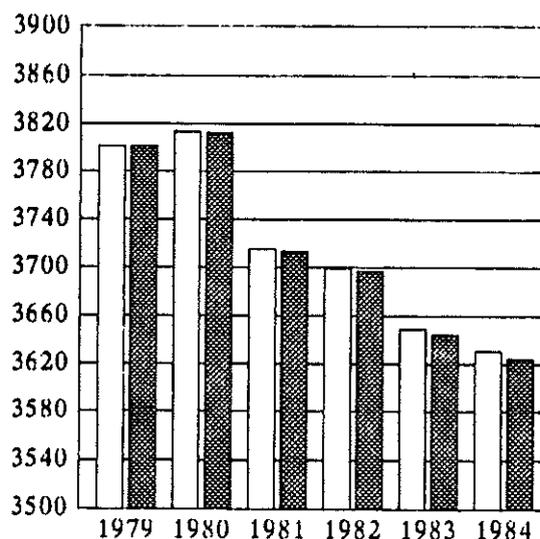
	RECETTES		DEPENSES	
	t	t + 4	t	t + 4
IPP	6,0	10,2	Consommation finale	1,4 4,6
Isoc	-1,6	-5,1	Prestation sociales dont chômage	1,2 8,0 0,5 2,8
Impôts indirects	1,2	2,4	Intérêts	-0,2 -2,5
Cotisations personnelles	1,4	3,1	Total	2,2 9,4
Cotisations patronales	3,1	4,7	Besoins de financement	-7,8 -5,3
Total	10,2	15,5		



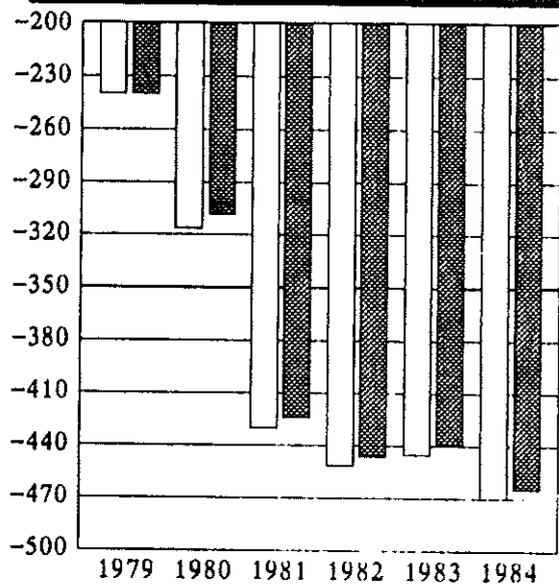
EVOLUTION DU PIB
(MILLIARDS DE FRANCS)



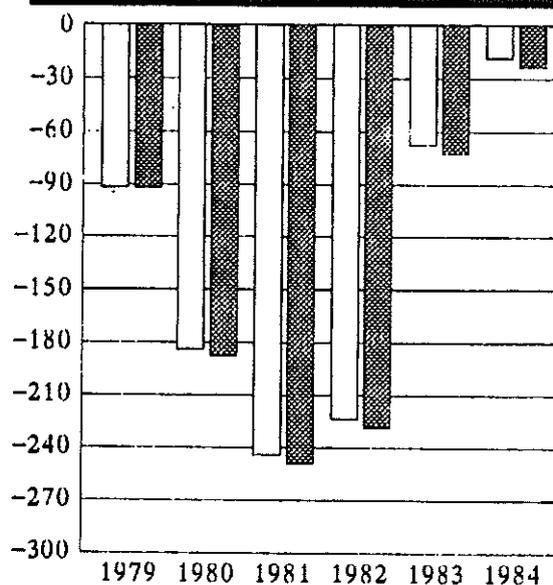
EMPLOI (EN MILLIERS)



FINANCES PUBLIQUES
(MILLIARDS DE FRANCS)



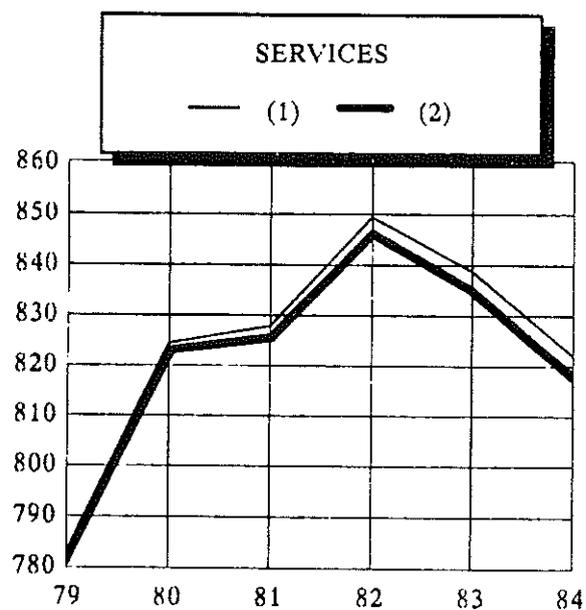
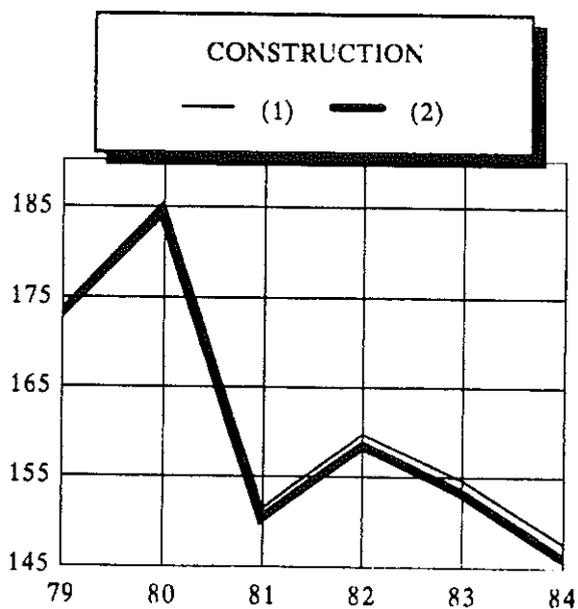
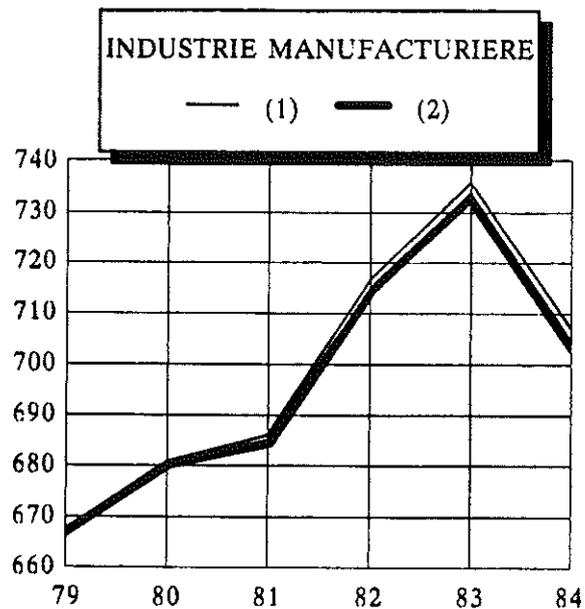
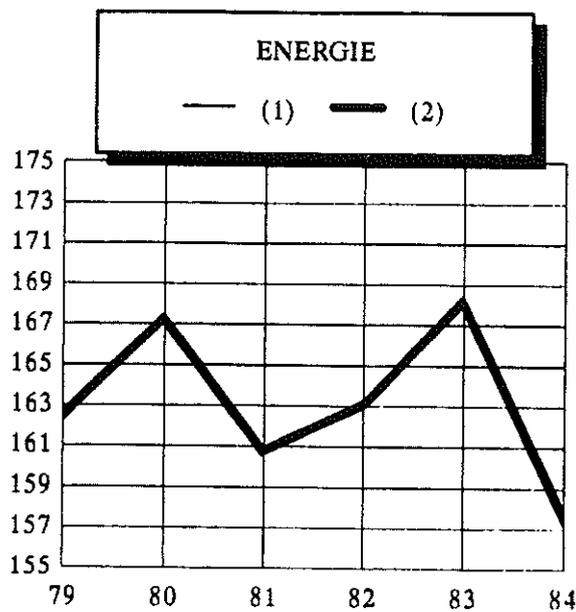
PRET NET AU RESTE DU MONDE
(MILLIARDS DE FRANCS)



(1) Simulation historique
(2) Variante salariale



VALEURS AJOUTÉES (Volume)



(1) Simulation historique
 (2) Simulation salariale



4.4 Variante n° 4 : accroissement ex-ante des investissements des industries manufacturières de 10 %.

Avec cette variante, on étudie les effets d'un accroissement autonome, soutenu à partir de l'année t , de 10 % des investissements de l'industrie manufacturière. Cette simulation permet de montrer l'intérêt d'une politique de soutien aux investissements d'extension des entreprises dans la mesure où l'accroissement des investissements privés permet de réduire le chômage dans des proportions intéressantes tout en ne suscitant qu'une augmentation limitée du déficit extérieur et en amenant un accroissement de recettes nettes pour l'Etat.

Le supplément d'investissement est supposé autofinancé complètement par les entreprises. Une procédure plus réaliste aurait consisté à prévoir par exemple une prise en charge partielle de l'investissement privé par l'Etat. Cette procédure apparaît d'autant plus réaliste que la variante permet de dégager des moyens de financement publics supplémentaires.

Les résultats de la simulation font apparaître un accroissement de l'activité intérieure à court terme, équivalant à 0,19 % du P.I.B. L'augmentation de l'activité est surtout localisée dans le secteur des biens d'équipement et la construction mais intéresse également les autres secteurs : la valeur ajoutée du secteur des biens d'équipement s'accroît la première année de 0,72 %, alors que le secteur de la construction connaît une augmentation de 0,86 %. Pour les autres secteurs, la croissance supplémentaire varie de 0,04 % (énergie) à 0,09 % (transport). L'augmentation de l'activité a un effet positif immédiat sur l'emploi : celui-ci s'accroît de 3.400 unités dès l'année t (accroissement concentré à nouveau dans les secteurs de la construction et des biens d'équipement).

Assez logiquement, l'accroissement des investissements entraîne un recours accru aux importations non négligeable : celles-ci augmentent de 0,29 % la première année. Il s'agit d'un chiffre largement supérieur à celui de l'augmentation de la demande totale, qui s'explique par le haut contenu en importations des investissements privés.

Enfin, la variante n'a que peu d'effets inflationnistes, puisqu'elle postule un accroissement des capacités de production des entreprises et que le supplément d'activité n'entraîne dans ces conditions qu'une augmentation très limitée du taux d'utilisation des capacités. A moyen terme, le développement des investissements d'extension entraîne même une baisse du taux d'utilisation et, par conséquent, exerce un effet bénéfique sur la croissance des prix, en baisse dès l'année $t + 1$.

Dans ce contexte de coûts favorable, l'activité continue à se développer sans à coups importants et, en fin de période, le P.I.B. enregistre un gain de 0,22 % sur son niveau de base. Les investissements contribuent en priorité à ce développement favorable, mais également les exportations qui bénéficient des légers gains de compétitivité entraînés par la baisse des prix intérieurs.

L'emploi continue à se développer au rythme moyen de 2.500 créations annuelles d'emplois localisées dans le secteur des biens d'équipement ainsi que dans les autres indus-



tries manufacturières et dans les services. En fin de période, les gains totaux en emploi s'élèvent à près de 13.000 unités.

Tableau 29 - Variante 4 : accroissement des investissements des industries manufacturières de 10 % - Effets de la variante sur les principaux agrégats macro-sectoriels (différences en % par rapport à la simulation de base)

	t	t + 1	t + 2	t + 3	t + 4
1. PIB et ses composants					
. P.I.B.	0,18	0,14	0,14	0,15	0,22
. Consommation privée	0,01	-0,02	-0,04	-0,06	-0,07
. Investissements totaux	1,73	1,98	1,98	2,09	2,19
dont entreprises	3,02	3,19	3,08	3,21	3,20
. Exportations de biens et services	-0,01	0	0,01	0,03	0,06
. Importations de biens et services	0,29	0,35	0,33	0,31	0,25
2. Prix et salaires					
. Prix de la consommation privée	0,01	-0,02	-0,08	-0,17	-0,28
. Prix du P.I.B.	0	-0,06	-0,14	-0,26	-0,41
. Salaire horaire brut	0,08	0,06	0,02	-0,07	-0,19
3. Emploi total					
. écart en milliers	3,4	5,4	7,8	10,7	12,9
. écart en %	0,09	0,14	0,21	0,29	0,35
4. Balance extérieure courante					
. milliards de francs	-6,0	-7,8	-8,9	-9,8	-9,6
. % du PIB	-0,17	-0,21	-0,22	-0,22	-0,20
5. Finances publiques (besoins de financement de l'Etat)					
. milliards de francs	-3,4	-4,4	-5,6	-7,5	-9,1
. % du PIB	-0,12	-0,13	-0,14	-0,17	-0,18
6. Résultats sectoriels					
Valeur ajoutée aux prix du marché (volumes)					
. Energie	0,04	0,07	0,09	0,12	0,12
. Biens intermédiaires	0,08	0,13	0,15	0,31	0,62
. Biens d'équipement	0,72	0,36	0,07	-0,34	-0,37
. Biens de consommation	0,05	0,11	0,22	0,40	0,64
. Construction	0,86	0,88	0,80	0,81	0,89
. Transports et Communication	0,09	0,11	0,14	0,22	0,27
. Autres services marchands	0,06	0,06	0,07	0,10	0,13
Emploi (milliers d'unités)					
. Energie	0,01	0,04	0,09	0,15	0,22
. Biens intermédiaires	0,18	0,51	0,84	1,27	1,56
. Biens d'équipement	1,36	2,46	3,66	5,14	6,06
. Biens de consommation	0,30	0,74	1,26	1,83	2,18
. Construction	1,42	1,59	1,56	1,63	1,82
. Transports et Communication	0,04	0,08	0,12	0,20	0,29
. Autres services marchands	0,01	0,21	0,27	0,61	0,98
Investissements (volumes)					
. Biens intermédiaires	14,31	16,59	11,58	13,12	10,27
. Biens d'équipement	17,20	18,93	17,40	16,32	16,27
. Biens de consommation	9,15	8,81	8,21	7,70	7,25
. Construction	0,17	0,08	0,01	0,03	0,06
. Transports et Communication	-0,01	0,05	0,08	0,10	0,26
. Autres services marchands	0	0,13	0,18	0,19	0,24



La balance extérieure courante se dégrade légèrement avec cette simulation. En effet, la hausse de l'activité intérieure provoque un accroissement du recours aux importations (plus limité il est vrai à moyen terme qu'à court terme compte tenu des gains de compétitivité obtenus), alors que les exportations ne s'accroissent que modestement. La dégradation du solde extérieur se localise essentiellement dans le secteur des biens d'équipement (- 10 milliards en fin de période), les autres secteurs ne contribuant que dans des proportions beaucoup plus limitées à cette évolution (le secteur des biens de consommation accroît même son solde positif, du fait du léger recul de la consommation des ménages).

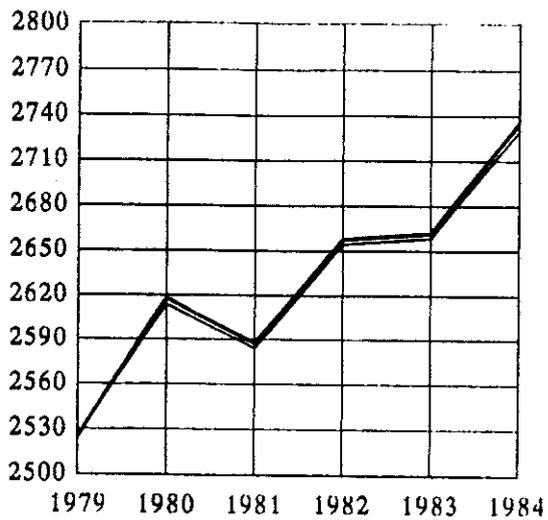
Enfin, cette variante permet d'améliorer le solde des finances publiques : les besoins de financement de l'Etat se réduisent en effet, en fin de période, de 9 milliards de francs, grâce à une amélioration des comptes de la sécurité sociale à due concurrence (réduction des allocations de chômage, combinée à une légère hausse des cotisations sociales payées).

Tableau 30 - Effets sur les finances publiques de la variante 4 (différences en milliards de francs par rapport à la simulation de base)

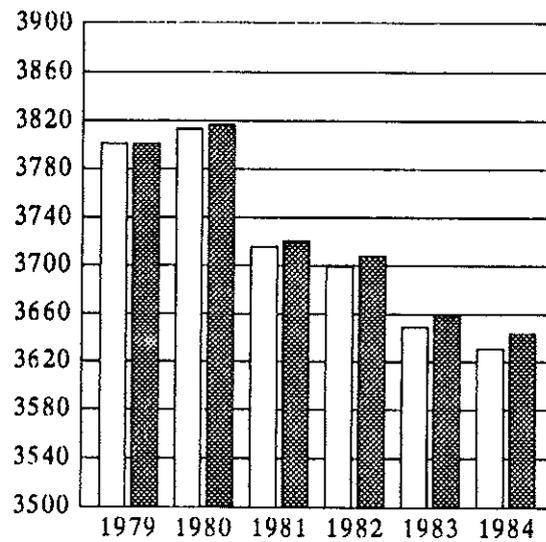
	RECETTES		DEPENSES	
	t	t + 4	t	t + 4
IPP	0,9	-1,3	Consommation finale	0,2 -2,4
Isoc	0,1	-1,1	Transferts de s.s. dont chômage	-1,3 -8,9 -0,9 -4,4
Impôts indirects	0,3	-1,0	Intérêts	-0,1 -1,2
Cotisations personnelles	0,6	0,4	Total	-1,3 -12,3
Cotisations patronales	0,8	0,1	Besoins de financement	-3,4 -9,1
Total	2,1	-3,4		



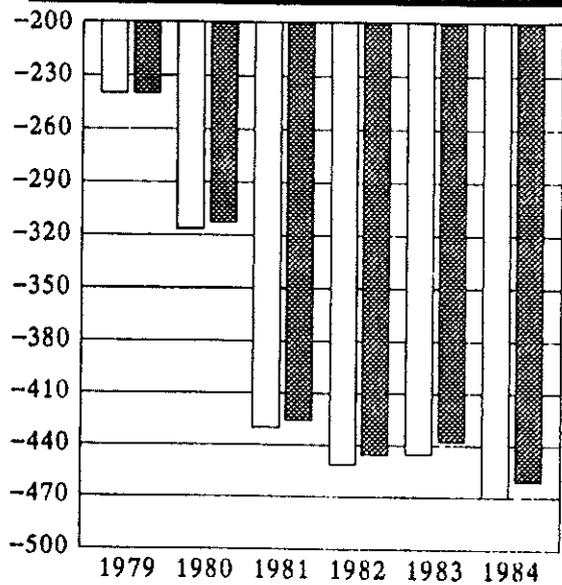
EVOLUTION DU PIB
(MILLIARDS DE FRANCS)
— (1) — (2)



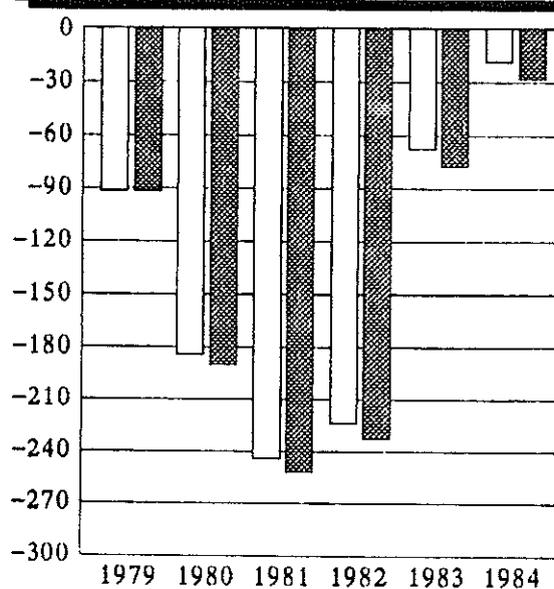
EMPLOI (EN MILLIERS)
□ (1) ■ (2)



FINANCES PUBLIQUES
(MILLIARDS DE FRANCS)
□ (1) ■ (2)



PRET NET AU RESTE DU MONDE
(MILLIARDS DE FRANCS)
□ (1) ■ (2)

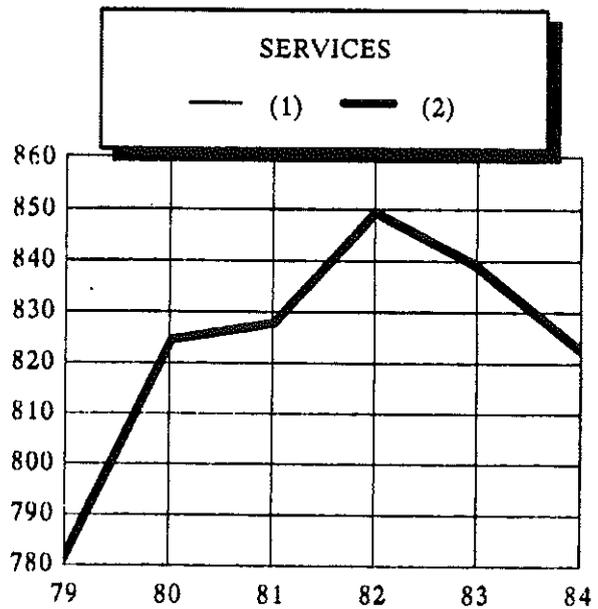
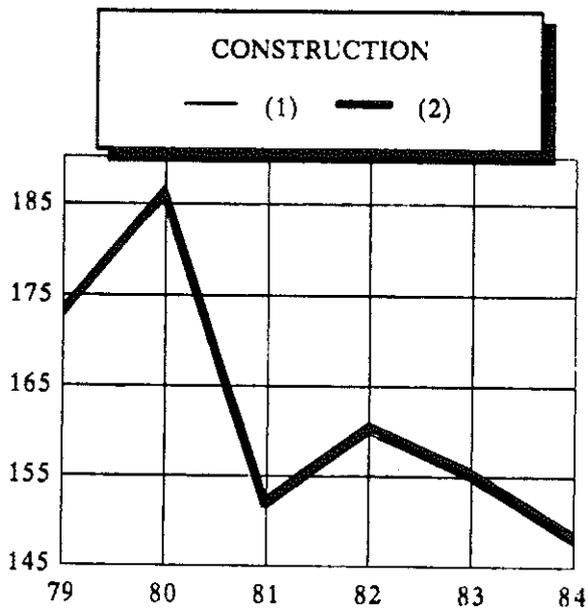
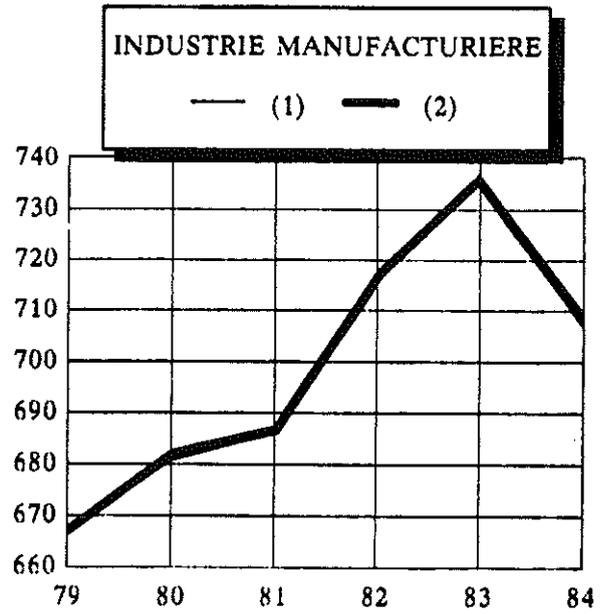
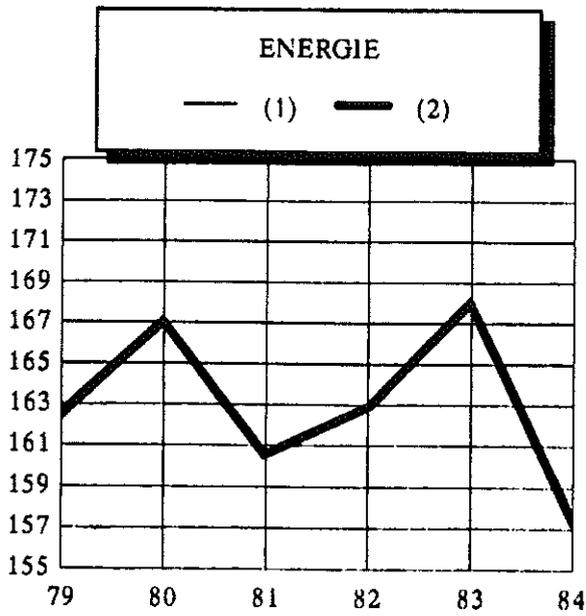


(1) Simulation historique

(2) Simulation investissements privés



VALEURS AJOUTÉES (VOLUMES)



(1) Simulation historique
 (2) Simulation investissements privés



ANNEXE 1

DIVISION SECTORIELLE ADOPTÉE DANS LE MODÈLE HERMES

NACE CLIO Code R6	Description du secteur	NACE - CLIO Code R25	NACE - CLIO R44
01	Agriculture, sylviculture, pêche	01	01
06	Produits énergétiques	06	03 + 05 + 07 + 09 + 11
30	Produits industriels		
	- Biens intermédiaires	13 + 15 + 17	13 + 15 + 17
	- Biens d'équipement	19 + 21 + 23 + 25 + 28	19 + 21 + 23 + 25 + 27 + 29
	- Biens de consommation	36 + 42 + 47 + 48 + 49	31 à 39, 41 + 43, 45 + 47 + 49 + 51
53	Bâtiments et ouvrages de génie civil	53	53
68	Services marchands		
	- Transports et communications	61 + 63 + 65 + 67	61 + 63 + 65 + 67
	- Autres services marchands	56 + 59 + 69A - 69B + 74 partim	55 + 57 + 59 + 69 + 71 + 77
81	Services non marchands	86 + 74 partim	81 + 85 + 73 + (990)
	- Etat	86	81 + 85
	- Location de biens immobiliers	74 partim	73
	- Services domestiques	74 partim	(990)

Commentaires : 3 nomenclatures sont utilisées :

- a. la nomenclature R6 (classement en 6 secteurs)
- b. la nomenclature R25 (utilisée pour l'établissement des valeurs ajoutées dans le système SEC)
- c. la nomenclature R44 (utilisée pour l'établissement des tableaux entrées-sorties)



ANNEXE 2

PRINCIPALES RELATIONS DU MODELE HERMES

Equilibre offre-demande

$$QO_s = QQO_s + QIO_s + QHO_s + QXO_s - QMO_s$$

Produit Intérieur brut

$$YO = CHO + CGO + IO + SO + XO - MO$$

Demande : - consommation privée

$$CHO = f (YDH/PCH , CHO_{-1})$$

$$CO_i / CHO = f (PC_i / PCH)$$

$$CU_i = CO_i \times PC_i$$

$$QHO_s = S_i cc_{si} CO_i$$

$$QHU_s = S cc_{si} CU_i$$

- investissements privés

$$IO_s = f (K''_s (nQO_s) , QR_{s,-1} , (PQ_s \Pi_s - \sum K''_{is} PQ_s \Pi_{is}))$$

modèle putty clay

$$IO_s / K_s = f ((IO_s / K_s)_{-1} , QO_s , (GOS_s / (K_s \times PK_s)))$$

modèle putty putty

$$QIO_s = \sum_s ci_{ss} IO_s$$

$$K''_{is} = f (PX_i^a / PX_j^a) \quad i,j = K,L,E,M$$

$$IO = \sum_{s \neq N} IO_s$$



- commerce extérieur

$$\begin{aligned}
 QXO &= f(QW_s, PQX_s / PB_s) && \text{modèle price taker} \\
 QXO_s &= f(QW_s, PQX_s / (EX \times PW_s)) && \text{modèle price setter} \\
 QMO_s &= f(DO_s, PQ_s / PQM_s, QR_{s,-1}) \\
 DO_s &= QIO_s + QQO_s + QHO_s + QXO_s \\
 MO &= \sum_s QMO_s \\
 XO &= \sum_s QXO_s
 \end{aligned}$$

Demande de facteurs : - emploi

$$\begin{aligned}
 K''_{Ls} &= f(PX_i^a / PX_j^a) \quad i,j = K,L,E,M \\
 H_s &= f(HP_s, QR_s) \\
 WBO_s &= f(K''_{Ls} \times QTN_s, QR_s, N_{s,-1}) \\
 NI_s &= f(t, NI_{s,-1}) \\
 NF_s &= WBO_s / H_s \\
 N_s &= NI_s + NF_s
 \end{aligned}$$

- énergie

$$\begin{aligned}
 K''_{Es} &= f(PX_i^a / PX_j^a) \quad i,j = K,L,E,M \\
 QEO_s &= f(K''_{Es} \times QTN_s, QR_s, QEO_{s,-1})
 \end{aligned}$$



- autres consommations intermédiaires

$$K''_{Ms} = f (PX_i^a / PX_j^a) \quad i,j = K,L,E,M$$

$$QOO_s = f (K''_{Ms} \times QTN_s \cdot QR_s \cdot QOO_{s,-1})$$

$$QQO_s = \sum_s c_{qs} QOO_s$$

Capacités de production et production

$$QR_s = QO_s / QP_s$$

$$QP_s = QP_{s,-1} + QTN_s - QTO_s \quad \text{modèles putty-clay}$$

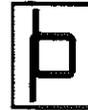
$$QTN_s = f (IO_s / K''_s)$$

$$QTO_s = f (QTN_{s,t-T})$$

$$QFO_s = QO_s - ITR_{(75)} \times QRO_s - ITMR_{(75)} \times QRO_s \quad \text{modèles putty-putty}$$

$$QFU_s = QFU_s \times PQF_s$$

$$K_s = (1-\delta) K_{s,-1} + IO_t$$



Prix et salaires, rentabilité

$$WR_s = f (QYO_s / N_s, UR, WR_{s,-1})$$

$$WB_s = WR_s \times NF_s$$

$$PB_s = ((QOO_{s,-1} \times PQO_s) + (QEO_{s,-1} \times PQE_s) + (N_{s,-1} \times H_{s,-1} \times PH_s) + (DPU_{s,-1} \times PI_s) + (WR_s \times NI_{s,-1})) / QFO_s$$

$$PQF_s = f (PB_s, PQM_s)$$

$$PQ_s = QU_s / QO_s$$

$$PA_s = (QFU_s + QMU_s + ITQ_s - QXU_s) / (QFO_s + QMO_s - QXO_s)$$

$$PQO_s = f (\sum c_{q_{ss}} PQQ_s)$$

$$PQE_s = f (PWE_e, PA_E)$$

$$PQQ_s = f (PA_s)$$

$$PH_s = f (WR_s / H_s)$$

$$PI_s = f (\sum c_{i_{ss}} PQI_s)$$

$$PQI_s = f (PA_s)$$

$$PQX_s = f (PW_s, PB_s, PQX_{s,-1})$$

$$PQM_s = f (PW_s, PQM_{s,-1})$$

$$CFR_s = f ((GOS_s - NI_s \times WR_s) - DTF_s)$$



Valeurs ajoutées et excédents d'exploitation

$$\begin{aligned}
 QVO_s &= QFO_s - (QEO_s + QOO_s) \\
 QYO_s &= QO_s - (QEO_s + QOO_s) \\
 QVU_s &= QFU_s - (QEU_s + QOU_s) \\
 QYU_s &= QVU_s + (IT_s - SUB_s) \\
 GOS_s &= QYU_s - (IT_s - SUB_s) - WB_s
 \end{aligned}$$

Finances publiques (compte des administrations publiques)

$$\begin{aligned}
 DTH &= DTHC + DTHL \\
 DTHC &= DTHC_1 + DTHL_2 \\
 DTHC_1 &= f(IDH) \\
 DTHC_2 &= f(YDH, PCH) \\
 DTHL &= f(DTHC_2) \\
 DTF &= DTFC + DTFL \\
 DTFC &= f(DTFR, (GOSF - (IDF + DPUF))) \\
 DTFL &= f(DTFC) \\
 ITC_i &= f(ITCR_i, CU_i) \\
 ITF_s &= f(ITC_i) \\
 ACC_i &= f(TACC_i, CU_i) \\
 IT_s &= f(ITR_s, QYU_s) \\
 ITQ_s &= IT_s - SUB_s \\
 ITM_s &= f(ITMR_s, QMU_s) \\
 IT &= \sum ITF_s + \sum ITQ_s + \sum ITM_s \\
 SSF_s &= f(SSFR_s, WB_s)
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 SSH_s &= f(SSHR, WB) \\
 CGO &= f(NG) \\
 CGU &= CGO \times PCG \\
 IDG &= f(LI, FLG) \\
 IOG &= \text{exogène} \\
 IUG &= IOG \times PIG \\
 SBH_i &= \text{exogène} \\
 WBG &= f(WBGR, NG) \\
 QOUG &= f(NG) \\
 SG &= DTH + DTF + IT + SSF + SSH - (CGU + IDG + SBH + SUB + ACAG) \\
 FLG &= SG - IUG - ACAGIN - ACAGTE + ACAGCA
 \end{aligned}$$



Module énergétique (s = secteur, e = forme d'énergie)
e = E1,, E8

$$EO_{se} = f (Pe_i / Pe_j) \quad i,j = E1, \dots, E7$$

$$EXO_e = f (QW_e, PEXE_e / PAE_e)$$

$$ECO_e = f (PEC_i / PEC_j) \quad i,j = E1, \dots, E7$$

$$FD_e = \sum_s EO_{se} + EXO_e + ECO_e + (EQ_e \times \text{coeff}) +$$

$$EOE_e + ESO_e$$

$$EQ_e = f (FD_e, EQ_{e,-1})$$

$$EMO_e = FD_e - EQ_e$$

$$PEFE_e = f (WR_E, PEME_e, PEFE_{e,-1})$$

$$PEME_e = f (PWE_e)$$

$$PAE_e = f (PEFE_e)$$

$$PE_e = f (PAE_e)$$

$$PEC_e = f (PAE_e)$$



SYMBOLES UTILISES

1. Variables macroéconomiques

CHO	:	consommation privée à prix constants
CGO	:	consommation publique à prix constants
DPUF	:	consommation de capital fixe des entreprises
DTF	:	impôt sur le revenu des entreprises
DTH	:	impôt sur le revenu des ménages
DTFR	:	impôt sur le revenu des entreprises :taux
DTHR	:	impôt sur le revenu des ménages : taux
FLG	:	besoins nets de financement de l'Etat
GOSF	:	excédent brut d'exploitation des entreprises
IDF	:	intérêts payés par les entreprises
IDG	:	intérêts payés par l'Etat
IO	:	formation brute de capital fixe à prix constants
LI	:	taux d'intérêt à long terme
MO	:	importation de biens et services, à prix constants
NAT	:	population active
NG	:	emploi des administrations publiques
PCH	:	prix de la consommation privée
SO	:	variations de stocks à prix constants
SSHR	:	<i>taux de cotisation sociale des ménages</i>
XO	:	exportation de biens et services, à prix constants
YDH	:	revenu disponible des ménages
YO	:	produit intérieur brut à prix constants
YSSG	:	cotisations de sécurité sociale
UR	:	taux de chômage (U/NAT)

2. Variables sectorielles (secteur s)

CFR	:	taux de cash flow (cash flow rapporté à la valeur ajoutée)
DO	:	demande effective totale
GOS	:	excédent brut d'exploitation
H	:	durée annuelle effective du travail
HP	:	durée annuelle conventionnelle du travail
IO	:	formation brute de capital fixe
IT	:	impôts indirects liés à la production (accises,...)
ITQ	:	impôts indirects nets de subventions d'exploitation
ITR	:	<i>taux de l'impôt indirect lié à la production</i>
K	:	stock de capital fixe, à prix constants
K"	:	coefficient technique marginal de l'investissement



K ⁿ	:	coefficient technique marginal du facteur i (i = L,E,M)
I	:	
N	:	emploi total
NI	:	emploi indépendant
NF	:	emploi salarié
PA	:	prix d'absorption
PB	:	coût de production par unité d'output
PH	:	coût salarial horaire
PI	:	prix d'investissement (secteur propriétaire)
PQM	:	prix de l'importation
PQX	:	prix à l'exportation
QVO	:	valeur ajoutée brute au coût des facteurs (prix constants)
QVU	:	valeur ajoutée brute au coût des facteurs (prix courants)
DTF	:	impôt sur le revenu des entreprises
DPU	:	consommation de capital fixe
PQ	:	prix de la production effective
PQF	:	prix de la production effective, au coût des facteurs
PQI	:	prix de l'investissement (secteur livreur)
PQE	:	prix des consommations d'énergie
PQY	:	prix de la valeur ajoutée
PQO	:	prix des consommations intermédiaires
PQQ	:	prix des livraisons intermédiaires
QP	:	capacité de production totale
QR	:	taux d'utilisation des capacités de production
QTN	:	nouvelles capacités de production introduites au temps t
QTO	:	anciennes capacités de production mises hors service au temps t
QMO	:	importations à prix constants
QHO	:	consommation privée (secteur livreur) à prix constants
QHU	:	consommation privée (secteur livreur) à prix courants
QIO	:	formation brute de capital (secteur livreur) à prix constants
QQO	:	livraisons intermédiaires à prix constants
QXO	:	exportations à prix constants
QO	:	production effective, à prix constants
QU	:	production effective, à prix courants
QOO	:	consommations intermédiaires, à prix constants
QEO	:	consommations d'énergie, à prix constants
QYO	:	valeur ajoutée au prix du marché, à prix constants
QVO	:	valeur ajoutée au coût des facteurs (prix constants)
QYU	:	valeur ajoutée au prix du marché, à prix courants
QVU	:	valeur ajoutée au coût des facteurs (prix courants)
QW	:	demande mondiale
SSFR	:	contribution patronale à la sécurité sociale, (taux)
WB	:	masse salariale
WR	:	taux de salaire par personne
PW	:	prix mondial



- PX_i : prix anticipé du facteur de production i (i = K,L,E,M)
 SUB : subvention d'exploitation

3. Finances publiques

- DTF : I.Soc.
 DTH : Impôt des ménages
 DTHC : Impôt des ménages payé au pouvoir central
 DTHC1 : Précompte mobilier
 DTHC2 : Impôt des ménages, autre que le précompte mobilier, payé au pouvoir central
 DTHL : Impôt des ménages payé aux pouvoirs locaux
 ITC_i : T.V.A., perçue par fonction de consommation
 ITF_s : T.V.A., perçue par branche
 ITM_s : Droits de douane perçus par branche
 ACC_i : Droit d'accises, perçus par fonction de consommation
 IT_s : Autres impôts indirects, perçus par branche
 SSF_s : Cotisations patronales de sécurité sociale
 SSH : Cotisations personnelles de sécurité sociale
 CGU : Consommation publique, à prix courants
 SBH_i : Prestations sociales, par catégories
 WBG : Masse salariale payée par les administrations publiques
 QOUG : Achats de biens et services par l'Etat
 SG : Epargne de l'Etat
 ACAG : Transferts divers de l'Etat
 FLG : Besoins de financement de l'Etat
 IOG : Investissements publics, à prix constants
 IUG : Investissements publics, à prix courants
 ACAGIN : Aides à l'investissement
 ACAGTE : Acquisitions nettes de terrains
 ACAGCA : Impôts en capital perçus par l'Etat
 DTFR : Impôt sur le revenu des ménages, taux
 ITCR_i : Taux de T.V.A.
 TACC_i : Taux d'accises
 ITMR_s : Taux de droits de douane
 SSFR_s : Taux de cotisations patronales
 SSHR : Taux de cotisations personnelles



4. Module énergétique (produit e)

ECO	:	livraisons à la consommation des ménages, à prix constants
EMO	:	importations, à prix constants
EO	:	consommation intermédiaire d'énergie (secteur s, $s \neq e$)
EOJ	:	consommation d'énergie du secteur énergie
EOE	:	input de transformation (totale pour le produit E)
EQ	:	production d'énergie, primaire et dérivée
ESO	:	variations de stocks, à prix constants
EXO	:	exportations à prix constants
FD	:	demande totale, intermédiaire et finale
PAE	:	prix d'absorption
PEFE	:	prix de production
PEME	:	prix à l'importation
PEXE	:	prix à l'exportation
PEC	:	prix de la consommation privée
PE	:	prix de la consommation intermédiaire d'énergie
PWE	:	prix mondial du produit E

5. Module de consommation

CO_i	=	consommation des ménages en biens ou services, catégorie i ($i = 1, \dots, 15$) prix constants
CU_i	=	consommation des ménages en biens ou services, catégorie i ($i = 1, \dots, 15$) prix courants
PC_i	=	prix de la catégorie i de consommation

6. Coefficients de transition

cc	:	consommation privée (passage secteurs livreurs aux fonctions de consommation)
ci	:	investissements (passage secteurs propriétaires aux secteurs livreurs)
cq	:	consommations intermédiaires (matrice des coefficients techniques non énergétiques)



BIBLIOGRAPHIE

BAUWENS, U., D'ALCANTARA, G. (1983) : "An Export model for the Belgian Industry". *European Economic Review*, 22, 1983.

BERNDT, E.R., WOOD, D.O. (1975) : "Technology, Prices and the Derived Demand for Energy". *Review of Economics and Statistics*, août 1975.

CATINAT, M. (1984) : "Fondements microéconomiques pour le Déséquilibre des Equations d' Importation et d'Exportation". *Annales de l'INSEE*, Juillet-Décembre 1984.

CHEFFERT, J-M., REDING, P., DESCHAMPS, R. (1985) : "Contribution to T. Peeters, P. Praet and P. Reding (Eds). *International Trade and Exchange Rates in the late Eighties* - Amsterdam, 1985.

CHRISTENSEN, L.R., JORGENSON, D.W., LAWRENCE, J.L. (1973) : "Transcendental Logarithmic Production Frontiers" *Review of Economics and Statistics* - n° 55, février 1973.

D'ALCANTARA, G., ITALIANER, I. (1982) : "European Project for a multinational macrosectoral model". Commission of the European Communities, 1982.

DEATON, A., MUELLBAUER (1980), J. : "An Almost Ideal Demand System". *The American Economic Review* - Juin 1980.

FAUBRY, E, MONCOMBLE, T.E., VIDAL DE LA BLACHE, O, ZAGAME, P. (1984) : "Le modèle HERMES-France". *Economie et Prévision*, n° 66, 1984.

HENDRY, D.F., von UNGERN-STERNBERG, T., (1981), "Liquidity and inflation effects on consumers' expenditure", in A. DEATON, ed., *Essays in the Theory and measurement of consumer behaviour*, Cambridge University Press, 1981, p.237-260.

ITALIANER, A. (1986) : "The HERMES MODEL - Complete Specification and First Estimation Results". Commission of The European Communities, 1986.

PAUWELS, H., VAN POECKE, A. (1982) : "Export Pricing : The Case of Belgium". *Tijdschrift voor Economie en Management*, 27, 1982.

PHLIPS, L., (1974), "Applied Consumption Analysis", Ed. North-Holland/American Elsevier, p.175-198.

PINDYCK, R., RUBINFELD, D. (1976) : "Econometric models and Economic Forecasts". New York, 1976.

ROY, R. (1942) : "De l'utilité. Contribution à la Théorie du choix". Paris, 1942.



SATO, K. (1967) : "A Two Level Constant Elasticity of Substitution Function". Review of Economic Studies, volume 34, 1967.

SHEPHARD, R.W. : (1953) : "Cost and Production Functions", Princeton, 1953.