

WORKING PAPER 1-22

# Le modèle HERMREG *bottom-up*

Un modèle multirégional de l'économie belge

Janvier 2022

Didier Baudewyns, [dib@plan.be](mailto:dib@plan.be)  
Vanessa Lutgen, [vl@plan.be](mailto:vl@plan.be)

## Le Bureau fédéral du Plan

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

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

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

<https://www.plan.be>

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

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

Éditrice responsable : Saskia Weemaes

Dépôt Légal : D/2022/7433/4

**Bureau fédéral du Plan**  
Rue Belliard 14-18, 1040 Bruxelles  
tél. : +32-2-5077311  
e-mail : [contact@plan.be](mailto:contact@plan.be)  
<https://www.plan.be>

# Le modèle HERMREG *bottom-up*

Un modèle multirégional de l'économie belge

Janvier 2022

Didier Baudewyns, [dib@plan.be](mailto:dib@plan.be) et Vanessa Lutgen, [vl@plan.be](mailto:vl@plan.be)

**Abstract** - Ce Working Paper décrit les principales caractéristiques du modèle macrosectoriel multirégional de moyen terme HERMREG *bottom-up*. Ce modèle est utilisé par le Bureau fédéral du Plan (BFP) et ses trois partenaires régionaux du projet HERMREG (IBSA-BISA, IWEPS, Statistiek Vlaanderen) pour analyser l'impact à court et moyen terme de politiques économiques des trois Régions belges.

**Jel Classification** – C51, E12, R15

**Keywords** – HERMREG, modèle multirégional, modélisation macroéconométrique

# Table des matières

<b>Synthèse .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introduction et présentation du projet HERMREG.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Caractéristiques générales du modèle HERMREG <i>bottom-up</i> .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Les composantes de la demande globale régionale .....</b>	<b>7</b>
3.1. La consommation des ménages régionale	7
3.1.1. La consommation des ménages agrégée	7
3.1.2. La catégorisation des dépenses de consommation des ménages	10
3.1.3. Les déflateurs de la consommation par catégorie	10
3.2. La consommation régionale des <i>ISBLSM</i>	10
3.3. La consommation publique régionale	10
3.4. L'investissement des ménages en logements	11
3.5. L'investissement régional des entreprises	11
3.6. Les investissements publics régionaux	12
3.7. Le commerce international par région	12
3.7.1. Les exportations internationales par branche d'activité (volumes et prix)	13
3.7.2. Les importations internationales par branche d'activité (volumes et prix)	17
<b>4. De la demande globale à la production régionale .....</b>	<b>21</b>
4.1. La demande adressée à chaque branche d'activité	21
4.2. La détermination des livraisons intra- et interrégionales par branche d'activité	21
4.3. La production effective et la valeur ajoutée par branche d'activité	22
<b>5. Les demandes de facteurs de production.....</b>	<b>24</b>
5.1. La demande de consommation intermédiaire non énergétique	24
5.2. La demande de consommation intermédiaire énergétique	25
5.3. La demande du facteur « travail »	26
5.4. La demande d'investissement	28
<b>6. Les marchés du travail régionaux .....</b>	<b>30</b>
6.1. Catégorisation de l'emploi salarié régional dans les branches marchandes	30
6.2. Coût du travail, cotisations sociales et subventions salariales	30
6.3. Les navettes domicile-travail	31
6.4. L'emploi des indépendants	31
6.5. Emploi dans les titres-services et les « services non marchands »	32

6.6. La population active occupée et le chômage	32
<b>7. Les revenus des ménages par région</b>	<b>33</b>
7.1. Le revenu disponible total des ménages	33
7.2. Excédent d'exploitation et revenu mixte	33
7.3. Salaires et traitements bruts	34
7.4. Revenus nets de la propriété	34
7.5. Prestations sociales autres que transferts sociaux en nature	34
7.6. Impôt des personnes physiques et autres impôts courants	35
7.7. Cotisations sociales à la charge des ménages	35
<b>8. Bibliographie</b>	<b>36</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1	Caractéristiques générales du modèle HERMREG <i>bottom-up</i>	5
Tableau 2	Estimation de l'équation de consommation des ménages de long terme, par région belge - période 1990-2017	8
Tableau 3	Fonction de consommation : estimation des paramètres de court terme (période 1992-2017)	9
Tableau 4	Estimations des équations d'exportations internationales en volume : C, K, Q (1)	14
Tableau 5	Estimations des équations d'exportations internationales en volume : B, CR, HA (1)	15
Tableau 6	Estimations des équations d'exportations internationales en volume : OS, SA, Z (1)	15
Tableau 7	Estimations de l'équation de prix des exportations : C, K et Q (1)	16
Tableau 8	Estimations de l'équation de prix des exportations : B, CR et HA (1)	17
Tableau 9	Estimations de l'équation de prix des exportations : OS, SA et Z (1)	17
Tableau 10	Estimations de l'équation des importations en volume : C, K et Q	18
Tableau 11	Estimations de l'équation des importations en volume : B, CR, HA (1)	18
Tableau 12	Estimations de l'équation des importations en volume : OS, SA, Z (1)	18
Tableau 13	Estimations de l'équation de prix des importations : C, K et Q (1)	19
Tableau 14	Estimations de l'équation de prix des importations : B, CR et HA (1)	20
Tableau 15	Estimations de l'équation de prix des importations : OS, SA et Z (1)	20
Tableau 16	Elasticité-production de la consommation intermédiaire non énergétique	25
Tableau 17	Elasticité-production et élasticité-coût estimées de la consommation intermédiaire énergétique sectorielle à moyen terme (t+4)	26
Tableau 18	Elasticité à la valeur ajoutée et élasticité-coût du volume de travail estimées par branche d'activité, à moyen terme (t+4)	27
Tableau 19	Elasticité à la valeur ajoutée de l'investissement en volume à moyen terme, par branche d'activité	29



## Synthèse

Ce Working Paper présente pour la première fois les principales caractéristiques du modèle multirégional HERMREG *bottom-up* ainsi que ses principaux blocs d'équations de façon détaillée. Ce modèle est utilisé par le Bureau fédéral du Plan (BFP) et ses trois partenaires régionaux du projet HERMREG (IBSA-BISA, IWEPS, Statistiek Vlaanderen) pour analyser l'impact à court et moyen terme de politiques économiques des trois Régions belges<sup>1</sup>. Le modèle HERMREG *top-down* est en revanche utilisé pour établir des projections économiques régionales<sup>2</sup>.

HERMREG *bottom-up* comporte près de 16 000 équations (ou variables endogènes) dont près de 500 sont estimées de façon économétrique. Les principales composantes de la demande hors consommation publique et commerce interrégional – à savoir la consommation des ménages, l'investissement, les exportations et importations internationales – font l'objet d'équations économétriques à correction d'erreur mêlant dynamique de court terme et de long terme. Environ 2 600 variables sont exogènes. La grande taille du modèle s'explique par le degré élevé de désagrégation de l'activité économique (14 branches d'activité), le nombre d'entités territoriales modélisées (trois régions, la Belgique) et le développement de modules détaillés (allocation de la consommation par catégories de dépenses, marchés du travail régionaux segmentés, commerce interrégional par branche d'activité, bloc de finances publiques distinguant les différentes entités fédérées).

Le modèle HERMREG *bottom-up* est principalement axé sur la demande de biens et services même si des mécanismes néoclassiques d'offre jouent également un certain rôle, notamment dans la modélisation de l'investissement sectoriel ou des exportations et importations internationales. Les données des tableaux entrées-sorties interrégionaux 2015 permettent de réconcilier l'offre et la demande de biens et services régionales : chaque branche d'activité donne lieu à la modélisation des six flux de commerce bilatéral entre les trois régions belges.

Sur les marchés du travail régionaux, la décomposition de l'emploi salarié en quatre catégories (en fonction de l'âge et du niveau de salaire brut des travailleurs) permet au modèle HERMREG *bottom-up* d'analyser l'impact de politiques ciblant certains types de travailleurs. Une distinction est apportée entre l'emploi intérieur régional (nombre de personnes travaillant sur le territoire régional) et la population active occupée régionale (l'emploi des résidents de la région). La modélisation des flux de navettes de travailleurs réconcilie les deux concepts. Tant la population active que la durée moyenne du travail sont exogènes.

Le module de finances publiques fournit des comptes complets et détaillés pour le niveau fédéral ainsi que pour les autres niveaux des administrations publiques (en ce compris les comptes des différentes entités fédérées). HERMREG *bottom-up* est de ce fait particulièrement adapté à l'analyse de toute une série de mesures de politiques publiques régionales.

<sup>1</sup> Voir également Baudewyns et Lutgen (2022), *Le fonctionnement du modèle HERMREG bottom-up : description à l'aide de variantes*.

<sup>2</sup> Voir, par exemple, BFP – IBSA – IWEPS – Statistiek Vlaanderen (2021) pour les perspectives économiques régionales publiées en juillet 2021.

# 1. Introduction et présentation du projet HERMREG

Le modèle macrosectoriel multirégional HERMREG *bottom-up* est utilisé par le Bureau fédéral du Plan (BFP) et ses trois partenaires régionaux du projet HERMREG (IBSA-BISA, IWEPS, Statistiek Vlaanderen) pour analyser l'impact à court et moyen terme de politiques économiques des trois Régions belges. Ce Working Paper présente les principales caractéristiques du modèle multirégional ainsi que ses principaux blocs d'équations. Le fonctionnement du modèle est illustré dans un autre Working Paper à l'aide de variantes de politique économique (régionale ou fédérale) et d'un choc externe à la Belgique (voir Baudewyns et Lutgen, 2022).

## Le projet HERMREG

Si les économies bruxelloise, flamande et wallonne sont fortement interdépendantes, elles présentent également certaines spécificités et connaissent des évolutions parfois différentes. Ce constat, associé au contexte de régionalisation de plusieurs instruments importants de politique économique, a poussé, au milieu des années 2000, le Bureau fédéral du Plan (BFP), l'Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse (IBSA), l'Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique (IWEPS) et (le prédécesseur de) Statistiek Vlaanderen à initier une collaboration. Les quatre institutions ont dès lors décidé de s'associer afin de développer des outils de modélisation des économies régionales belges dans le cadre du projet HERMREG.

Depuis son origine, le projet HERMREG a visé à développer une modélisation des économies des trois régions du pays en s'appuyant sur le modèle national HERMES existant. Développé depuis de nombreuses années par le BFP, HERMES est un modèle macroéconomique et sectoriel qui porte sur l'ensemble de l'économie belge. Ce modèle est utilisé tant pour l'élaboration de prévisions à moyen terme que pour les analyses d'impact des politiques économiques ou des chocs internationaux.

Le premier objectif du projet HERMREG est de fournir des Perspectives régionales<sup>3</sup> d'indicateurs économiques clés. À cette fin, le modèle HERMREG *top-down* fut développé dans le courant des années 2000. Il permet de fournir une désagrégation au niveau régional des résultats nationaux du modèle HERMES et ainsi d'élaborer des « Perspectives économiques régionales » de moyen terme<sup>4</sup>. Cette publication régionale couvre un certain nombre d'indicateurs clés, tels que le produit intérieur brut (PIB), la valeur ajoutée, l'emploi et les investissements par branche d'activité, ainsi que d'autres indicateurs concernant le marché du travail (y compris les navetteurs), les composantes du revenu disponible des ménages, etc. Cet exercice de désagrégation est principalement réalisé à l'aide de clés de répartition régionale endogènes qui sont déterminées par un ensemble d'équations estimées par des méthodes statistiques. Il existe toutefois deux exceptions à cette approche : l'offre de travail (la population active) et les finances publiques des Communautés et Régions qui sont déjà le résultat d'une agrégation régionale dans le modèle national HERMES.

---

<sup>3</sup> Voir BFP – IBSA – IWEPS – Statistiek Vlaanderen (2021) pour les perspectives économiques régionales publiées en juillet 2021.

<sup>4</sup> Depuis 2008, ces projections régionales sont publiées en juillet de chaque année, dans la foulée des perspectives nationales avec lesquelles elles sont donc parfaitement cohérentes.

Le deuxième objectif du projet HERMREG est de répondre au besoin de plus en plus marqué de réaliser des analyses d'impact des politiques économiques au niveau régional. Le modèle *top-down* n'étant pas adapté pour répondre à un tel besoin, les quatre institutions partenaires ont développé un nouveau modèle *bottom-up*. Chaque région y est modélisée comme la Belgique l'est dans le modèle HERMES, les résultats pour la Belgique étant obtenus en agrégeant les résultats calculés pour chacune des trois régions individuelles.

Le développement du modèle *bottom up* a, en outre, été rendu possible par les avancées récentes réalisées en matière de statistiques régionales. C'est notamment le cas du côté de la comptabilité régionale : une collaboration entre la Banque nationale de Belgique et les trois Régions a, par exemple, permis de compléter l'optique dépenses du PIB en ajoutant des séries pour certaines composantes cruciales, comme la consommation privée ou encore les importations et exportations internationales. En outre, la construction de tableaux entrées-sorties intra- et interrégionaux réalisée par le BFP – projet dit « RIO » financé par les trois Régions – a également constitué une avancée fondamentale permettant, non seulement, d'équilibrer l'offre et la demande dans chaque région mais aussi, et surtout, de capter dans le modèle les importantes dépendances productives interrégionales et intersectorielles.

Tout modèle macroéconométrique est en évolution constante, que ce soit par la prise en compte de nouvelles politiques, l'amélioration de certains modules ou la mise à jour des bases de données. Nous présentons ici les équations qui ont été utilisées pour réaliser les variantes présentées par Baudewyns et Lutgen (2022). Il est évident que le développement futur de nouveaux exercices variantiels se traduira par des adaptations du modèle, afin que celui-ci puisse répondre au mieux aux questions de politique économique posées.

La suite de ce Working Paper est organisée comme suit. Nous présentons dans le chapitre suivant les caractéristiques générales du modèle HERMREG *bottom-up*. Nous décrivons ensuite, au chapitre 3, les principaux blocs d'équations relatifs aux composantes de la demande globale régionale. Le chapitre 4 décrit les équations qui permettent de déterminer, au départ des différentes composantes de la demande, la production régionale par branche d'activité. Le chapitre 5 est consacré à la modélisation des demandes de facteurs de production et le chapitre 6 aux marchés du travail régionaux. Enfin, le chapitre 7 décrit les équations relatives aux comptes de revenus des ménages régionaux.

## 2. Caractéristiques générales du modèle HERMREG *bottom-up*

HERMREG *bottom-up* s'inscrit dans la tradition des modèles économétriques annuels de grande taille basés sur l'analyse des séries chronologiques. Ce type de modèle est traditionnellement utilisé pour la prévision ou l'analyse des politiques économiques, par les banques centrales et les organisations internationales ainsi que par les administrations nationales (voir Cabannes *et al.*, 2012 ou Blanchard, 2017). On désigne souvent ces modèles comme faisant partie de la « synthèse néo-keynésienne » car ils offrent une synthèse entre les idées keynésiennes et néoclassiques.

Le modèle HERMREG peut être vu, dans sa structure, comme une version régionalisée du modèle national HERMES<sup>5</sup> : la macroéconomie de chaque région belge est ainsi modélisée dans HERMREG à l'image du modèle HERMES pour la Belgique. La période de simulation est généralement de cinq ans.

Les caractéristiques principales du modèle sont détaillées au tableau 1. Celui-ci comporte près de 16 000 équations (ou variables endogènes) dont environ 460 sont estimées de façon économétrique ; les autres sont des équations comportementales non-estimées ou des identités. Les principales composantes de la demande hors consommation publique et commerce interrégional – à savoir la consommation des ménages, l'investissement, les exportations et importations internationales – font l'objet d'équations économétriques à correction d'erreur mêlant dynamique de court terme et de long terme. Environ 2 600 variables sont exogènes, c'est-à-dire que leurs valeurs sont fixées hors modèle ou elles sont projetées par un autre modèle. La grande taille du modèle s'explique par le degré élevé de désagrégation de l'activité économique (14 branches d'activité), le nombre d'entités territoriales modélisées (trois régions, la Belgique) et le développement de modules détaillés (allocation de la consommation par catégories de dépenses, marchés du travail régionaux segmentés, flux de commerce interrégional par branche d'activité et le bloc de finances publiques distinguant notamment les différentes entités fédérées).

HERMREG *bottom-up* distingue 11 agents économiques principaux : les ménages, les institutions sans but lucratif au service des ménages, les entreprises (à chaque fois à Bruxelles, en Flandre et en Wallonie), les administrations publiques et le reste du monde. Le processus économique dans le secteur marchand est décrit au niveau de détail de 12 branches d'activité (voir tableau 1).

En outre, 15 catégories de consommation des ménages sont distinguées au sein du modèle, dont certaines ont fait l'objet d'une ventilation additionnelle. La composition de l'ensemble de la consommation des ménages dépend des différentes élasticités directes et transversales des prix et des revenus.

---

<sup>5</sup> Pour une description détaillée de ce modèle, voir Bassilière *et al.* (2013).

Tableau 1 Caractéristiques générales du modèle HERMREG *bottom-up*

- entités territoriales modélisées : Flandre, Région bruxelloise, Wallonie, Belgique (principaux agrégats macroéconomiques belges obtenus par agrégation des résultats régionaux)	
- 16 000 équations (dont environ 460 équations comportementales estimées économétriquement)	
- 2 600 variables exogènes (commerce mondial, prix extérieurs, taux d'intérêt, démographie et offre de travail, politiques budgétaires, etc.)	
- 4 300 scalaires (paramètres estimés)	
- 14 branches d'activité ; 15 catégories principales de consommation des ménages (25 au total) ; 8 produits d'investissement	
- 11 secteurs institutionnels (ou "agents économiques") principaux	
- administrations publiques divisées en 4 entités principales (pour un total de 12)	
- période d'estimation : 1981-2017 (échantillon de 37 observations annuelles)	
<b>Branches d'activité</b>	<b>Catégories de dépenses de consommation</b>
Agriculture (A)	Produits alimentaires, boissons et tabac
Énergie (E)	- Produits alimentaires
Biens intermédiaires (Q)	- Boissons non alcoolisées
Biens d'équipement (K)	- Boissons alcoolisées
Biens de consommation (C)	- Tabac
Construction (B)	Habillement et chaussures
Transports et communication (Z)	Loyer
Commerce et horeca (HA)	Combustibles de chauffage
Crédit et assurances (CR)	Electricité
Santé et action sociale (SA)	Services domestiques
Autres services marchands (OS)	Meubles, équipement ménager, ...
Titres-services (DC)	Achats de véhicules
Services non-marchands (N)	Dépenses d'utilisation de véhicules, dont
- Administration publique et enseignement (LM)	- Essence
- Services domestiques (DOM)	- Diesel
<b>Secteurs institutionnels (agents économiques)</b>	Achats de services de transports
Les ménages	- Transport de voyageurs par train, tram, métro
Les sociétés (financières et non financières)	- Transport de voyageurs par route
Les administrations publiques	- Autres services de transport
. Le pouvoir fédéral	Communications
. Les Régions et Communautés	Services médicaux, dépenses de santé
. Les pouvoirs locaux	Loisirs, enseignement, culture
. La sécurité sociale	Autres biens et services
Le reste du monde	- Horeca
Les ISBLSM (1)	- Autres
	Consommation des ménages à l'étranger

(1) Institutions sans but lucratif au service des ménages.

Le modèle HERMREG *bottom-up* est principalement axé sur la demande de biens et services, même si des aspects liés à l'offre jouent également un rôle non négligeable, notamment dans la modélisation de l'investissement sectoriel ou des exportations et importations internationales. Les données des tableaux entrées-sorties interrégionaux 2015 (BFP, 2021) permettent de réconcilier l'offre et la demande de biens et services régionales : chaque branche d'activité donne lieu à la modélisation des six flux de commerce bilatéral entre les trois régions belges. La production est supposée dépendre de quatre facteurs : la consommation intermédiaire énergétique, non-énergétique, le capital et le facteur travail. Ce dernier est divisé en quatre catégories en fonction de l'âge et du niveau de salaire brut des travailleurs. Cette décomposition permet au modèle HERMREG *bottom-up* d'analyser l'impact de politiques ciblant certains types de travailleurs.

Sur les marchés du travail régionaux, une distinction est apportée entre l'emploi intérieur régional (qui correspond au nombre de personnes travaillant sur le territoire régional) et la population active occupée régionale (qui correspond à l'emploi des résidents de la région). La modélisation des flux de navettes de travailleurs réconcilie les deux concepts. Tant la population active que la durée moyenne du travail

sont exogènes dans HERMREG *bottom-up*<sup>6</sup>. Les chocs régionaux simulés (Baudewyns et Lutgen, 2022) n'auront dès lors pas d'impact sur le comportement d'offre des travailleurs et toute demande de travail provenant des employeurs pourra être satisfaite.

Le module de finances publiques fournit des comptes complets et détaillés pour le niveau fédéral ainsi que pour les autres niveaux des administrations publiques (en ce compris les comptes des différentes entités fédérées). Un tel bloc d'équations de finances publiques rend le modèle HERMREG *bottom-up* particulièrement adapté à l'analyse de toute une série de mesures de politiques publiques régionales. Ces équations sont reprises telles quelles du modèle HERMES<sup>7</sup>. Notons que les finances publiques des pouvoirs locaux ne sont pas régionalisées dans HERMES. Lorsque cela s'avère nécessaire, nous utilisons des clés pour répartir certains postes budgétaires relatifs à ceux-ci entre les trois territoires régionaux.

Enfin, le module de consommation des différents produits énergétiques est également repris d'HERMES<sup>8</sup>. Les demandes régionales du facteur énergie, émanant de chaque branche d'activité, sont ainsi sommées afin de déterminer la consommation nationale de chaque produit énergétique ainsi que son prix.

### Les données

Les données utilisées dans le modèle HERMREG *bottom-up* proviennent des bases de données des modèles HERMREG *top-down* et HERMES<sup>9</sup>, de données ONSS pour le marché du travail ainsi que d'estimations propres lorsqu'il n'y a pas de données régionales officielles existantes. La base de données d'HERMREG *bottom-up* est cohérente avec la version des comptes nationaux d'octobre 2019 et les comptes régionaux de 2020.

---

<sup>6</sup> Les projections de population active régionales, dans la simulation de base, sont reprises des Perspectives économiques régionales (voir à ce propos BFP – IBSA – IWEP – Statistiek Vlaanderen (2020), p.84 et, pour la méthodologie, Bassilière *et al.* (2008), section 3.2.2). La projection de la durée moyenne du travail régionale est le résultat d'un exercice interne non publié.

<sup>7</sup> Pour une description détaillée de ce bloc, voir Bassilière *et al.* (2013, pp. 66 et suivantes).

<sup>8</sup> Une description détaillée est fournie par Bassilière *et al.* (2013), chapitre 5.

<sup>9</sup> Tant pour HERMES que pour HERMREG, il s'agit de données publiées ou transmises par la BNB pour les années les plus récentes et de données rétrospectives (calculs propres) pour obtenir des séries longues.

### 3. Les composantes de la demande globale régionale

Selon l'approche par la demande globale, le produit intérieur brut (PIB) régional est la somme de la consommation des ménages et des ISBLSM, de la consommation publique, des investissements (administrations publiques, ménages et entreprises), des exportations internationales nettes ainsi que des exportations interrégionales nettes et de la variation de stock. Les deux dernières composantes citées ne sont pas disponibles dans les comptes régionaux. C'est pourquoi nous les avons estimées à partir du tableau entrées-sorties interrégional 2015 (BFP, 2021). La variation des stocks comprend également l'ajustement statistique nécessaire pour réconcilier l'estimation du PIB régional avec celles des comptes régionaux. L'optique dépenses du PIB, pour chacune des régions en 2015, est présentée dans Baudewyns et Lutgen (2022), tableau 1. Nous décrivons les équations de chacune des composantes dans les sections suivantes, à l'exception du commerce interrégional dont les équations de projection seront présentées dans le chapitre 4 suivant.

#### 3.1. La consommation des ménages régionale

Les dépenses de consommation des ménages, par région de résidence, sont d'abord déterminées au niveau macroéconomique (section 3.1.1) avant d'être désagrégées en différentes catégories de dépenses (section 3.1.2). Enfin, nous décrivons brièvement, à la section 3.1.3, comment sont estimées les équations régionales de prix par catégorie de dépenses.

##### 3.1.1. La consommation des ménages agrégée

Nous estimons une fonction de consommation macroéconomique régionale dont la spécification est dérivée de la théorie du cycle de vie. Celle-ci suppose que le consommateur élabore, à chaque période, un plan de consommation intertemporel de sorte à maximiser une fonction d'utilité définie sur tout son horizon de vie. Le comportement d'épargne est supposé prospectif (*forward-looking*) ; l'épargne est vue comme une consommation différée. Partant, tout consommateur rationnel dépense toute sa richesse intertemporelle (attendue) au cours de sa vie. Il s'ensuit que si le consommateur peut effectivement emprunter ou prêter sans aucune restriction (hypothèse de marché des capitaux parfait), il lissera rationnellement sa consommation dans le temps, arbitrant entre consommation présente et consommation future.

En pratique, l'accès au marché des capitaux est restreint pour certains consommateurs<sup>10</sup> et certaines décisions de consommation ne sont pas fondées sur un futur anticipé mais prises conformément aux habitudes. Néanmoins, la littérature macroéconomique récente considère généralement que la consommation du ménage représentatif est bien une fonction positive de la richesse intertemporelle, sur l'ensemble du cycle de vie du ménage, tandis qu'à court terme, le consommateur est « contraint », plus ou moins fortement, par son revenu disponible courant.

---

<sup>10</sup> Voir Al-Eyd *et al.* (2006) et Centraal Planbureau (2010).

Par ailleurs, en nous inspirant de Erlandsen et Nymoen (2008), l'effet de la structure d'âge de la population sur la consommation (prédit par la théorie du cycle de vie) sera capté, dans le modèle, par le ratio de la population âgée de 30 à 39 ans sur le reste de la population adulte. Cette tranche d'âge serait bien la plus susceptible d'épargner en Belgique (Ledent, 2009).

La consommation des ménages par région a été estimée, en deux étapes, à l'aide d'un modèle à correction d'erreur : on estime d'abord une équation de consommation à long terme que l'on incorpore ensuite dans une spécification intégrant la dynamique de court terme. La spécification de long terme est la suivante, pour chaque région  $j$  :

$$\ln\left(\frac{j\_CCHO_t}{j\_NPO_t}\right) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\left(\frac{j\_YDH_t}{j\_PCH_t j\_NPO_t}\right) + (1 - \alpha_1) \ln\left(\frac{j\_WEA_t}{j\_PCH_t j\_NPO_t}\right) + \alpha_2 RRSBE_t + \alpha_3 j\_AGE_{3039_t} \quad (1)$$

où  $\frac{j\_CCHO_t}{j\_NPO_t}$  est la consommation régionale réelle rapportée à la population totale (notée  $j\_NPO_t$ )<sup>11</sup> ; le ratio  $\frac{j\_YDH_t}{j\_PCH_t j\_NPO_t}$  est le revenu disponible réel par habitant et  $\frac{j\_WEA_t}{j\_PCH_t j\_NPO_t}$  le patrimoine financier réel courant par habitant<sup>12</sup> ; RRSBE est le taux d'intérêt réel de court terme et  $j\_AGE_{3039_t}$  la variable démographique (voir plus haut).

Nous nous attendons à ce que le ratio d'âge ait une influence négative sur la consommation réelle par habitant. Le signe du coefficient du taux d'intérêt réel est quant à lui a priori ambigu, l'impact de celui-ci sur la consommation étant l'addition d'un effet de substitution intertemporel (négatif) et d'un effet revenu<sup>13</sup>. On remarquera toutefois qu'au plan empirique, l'effet revenu est déjà partiellement capté par la variable de revenu courant si bien que l'on s'attend à un coefficient  $\alpha_2$  négatif dans l'équation (1).

Les résultats des estimations économétriques de l'équation de long terme sont présentés au tableau 2 suivant.

**Tableau 2 Estimation de l'équation de consommation des ménages de long terme, par région belge - période 1990-2017**

	Revenu disponible ( $\alpha_1$ )	Effet richesse ( $1 - \alpha_1$ )	Taux d'intérêt ( $\alpha_2$ )	Ratio d'âge ( $\alpha_3$ )
Bruxelles	0,96	0,04	-0,30	-1,66
Flandre	0,79	0,21	-0,36	-0,47
Wallonie	0,97	0,03	-0,33	-1,23

Seul l'effet du taux d'intérêt pour Bruxelles a été fixé en cours d'estimation. La Flandre semble bien être la seule région belge à présenter un effet richesse significatif à long terme, de l'ordre de 0,2. Les ménages wallons et bruxellois, par contre, semblent être (presque) totalement contraints par leurs revenus à long

<sup>11</sup> La population régionale est exogène dans le modèle.

<sup>12</sup> Cette variable a dû être construite, en l'absence de données régionales. Nous avons utilisé comme clé de répartition régionale, pour chacune de ses composantes, les flux de revenus associés. Par exemple : les dividendes reçus servent de clé de répartition régionale du patrimoine belge issus des actions.

<sup>13</sup> Le premier de ces effets est négatif : le coût relatif de la consommation future baisse lorsque le taux d'intérêt augmente, si bien qu'un euro supplémentaire épargné « aujourd'hui » permet d'obtenir plus d'unités de consommation « demain ». L'effet revenu est quant à lui positif ou négatif, en fonction des préférences et du profil intertemporel des revenus du consommateur.

terme. De même, l'effet du taux d'intérêt en Flandre est légèrement plus fort que dans les deux autres régions.

La relation de long terme est ensuite intégrée dans l'équation suivante qui permet d'estimer les paramètres de court terme :

$$\begin{aligned} \text{dln}\left(\frac{j\_CCHO_t}{j\_NPO_t}\right) = & \beta_0 + \beta_1 \text{dln}\left(\frac{j\_YDH_t - j\_IDH_t}{j\_PCH_t j\_NPO_t}\right) + \beta_2 \text{dln}\left(\frac{j\_IDH_t}{j\_PCH_t j\_NPO_t}\right) + \beta_3 d\text{RRSBE}_t \\ & + \beta_4 \text{dln}\left(\frac{j\_WEA_t}{j\_PCH_t j\_NPO_t}\right) + \lambda \left[ \ln\left(\frac{j\_CCHO_{t-1}}{j\_NPO_{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{j\_CCHO_{t-1}^{LT}}{j\_NPO_{t-1}}\right) \right] \end{aligned} \quad (2)$$

avec  $j\_CCHO_{t-1}^{LT}$ , la valeur de la consommation prédite à long terme par l'équation (1). On distingue ici les revenus nets de la propriété ( $j\_IDH$ ) des autres composantes du revenu disponible. En pratique, les revenus de la propriété étant plus souvent épargnés, on devrait obtenir  $\beta_1 > \beta_2$ . Enfin, on s'attend à ce qu'une hausse du taux d'intérêt réel à court terme impacte négativement la croissance de la consommation ( $\beta_3 < 0$ )<sup>14</sup>. Le coefficient  $\lambda$  doit être négatif et mesure la vitesse de correction de toute déviation de la consommation par rapport à sa valeur de long terme.

Les résultats de l'estimation de l'équation (2) sont présentés au tableau 3. Chaque coefficient estimé présente bien le signe attendu et est en général statistiquement significatif à 5 %. La plus grande sensibilité de la consommation agrégée des ménages flamands au taux d'intérêt et à la richesse financière (à court terme et à long terme) suggère qu'au moins une partie d'entre eux auraient bien un comportement conforme à l'hypothèse du cycle de vie. Ceci suggère<sup>15</sup> que les ménages flamands auraient la capacité de lisser leur consommation dans le temps, plus que ne le font les ménages wallons ou bruxellois. Ceci est également cohérent avec l'observation d'un taux d'épargne en Flandre plus important qu'en Wallonie ou à Bruxelles.

La force de rappel de la consommation des ménages se situe selon la région entre 0,30 et 0,38 en valeur absolue, indiquant une correction relativement rapide de toute déviation de la consommation par rapport à son sentier de long terme.

**Tableau 3 Fonction de consommation : estimation des paramètres de court terme (période 1992-2017)**

	Bruxelles	Flandre	Wallonie
Revenu disponible hors revenus de la propriété ( $\beta_1$ )	0,58	0,42	0,50
Revenus de la propriété ( $\beta_2$ )	0,08	0,06	0,08
Taux d'intérêt ( $\beta_3$ )	-0,40	-0,43	-0,40
Richesse financière ( $\beta_4$ )	0,05	0,10	0,04
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,30 <sup>a</sup>	-0,35	-0,38

<sup>a</sup> : coefficient fixé en cours d'estimation.

<sup>14</sup> Notons que la variation du taux de chômage a été testée comme variable d'incertitude ou « de confiance ». Cependant, le coefficient de la variable de chômage s'est avéré non significatif dans deux des trois régions et nous avons donc choisi de ne pas la garder dans notre spécification finale.

<sup>15</sup> En ce qui concerne l'interprétation du taux d'intérêt, Al-Eyd *et al.* (2006) soulignent: « one might expect to find significant real interest rate effects in countries with more developed financial markets and fewer liquidity constrained agents where the availability of loans makes current income less of a constraint on consumption. »

### 3.1.2. La catégorisation des dépenses de consommation des ménages

Un bloc d'équations ventile les dépenses de consommation estimée à l'étape précédente en 15 grandes catégories<sup>16</sup>.

Plus précisément, on suppose que la demande par catégorie (en termes réels) dépend d'une élasticité-prix et d'une élasticité-revenu<sup>17</sup>. Pour les dépenses de chauffage, nous tenons compte du nombre de degrés-jours<sup>18</sup> dans la demande de chauffage et d'électricité.

Les élasticités estimées ont toutes le signe attendu et sont en général du même ordre de grandeur dans les trois régions.

### 3.1.3. Les déflateurs de la consommation par catégorie

Les différences régionales entre les déflateurs des différents produits proviennent, le cas échéant, uniquement d'un effet de composition (prix des sous-catégories). En effet, au niveau de décomposition le plus fin dont nous disposons, nous supposons que le déflateur régional correspond au déflateur national. Nous avons estimé les prix hors TVA de chaque produit, pour chaque région, en fonction des prix d'absorption<sup>19</sup> régionaux de chaque branche qui livre le produit et d'un terme autorégressif.

## 3.2. La consommation régionale des ISBLSM

Nous avons adopté une approche très simple pour la consommation des institutions sans but lucratif au service des ménages : nous supposons que celle-ci croît, dans chaque région, au même rythme que la consommation des ménages, et ce tant en termes nominaux qu'en termes réels.

## 3.3. La consommation publique régionale

Comme indiqué dans le chapitre 2, le bloc de finances publiques du modèle est issu du modèle national HERMES. Au sein d'HERMREG *bottom-up*, un ensemble d'équations fait le lien entre ce bloc et les différentes composantes de la consommation publique régionale.

On distingue trois grandes catégories de consommation publique dans la comptabilité régionale : les transferts sociaux en nature relevant de la production marchande achetée ( $j\_S13ED632$ , essentiellement les soins de santé), ceux relevant de la production non marchande ( $j\_S13ED631$ , essentiellement l'éducation et la culture) et enfin la dépense collective des administrations publiques ( $j\_S13EP32$ , par exemple, la défense, la police). En d'autres termes, la dépense nominale de consommation publique régionale  $j\_CGU$  s'écrit :

---

<sup>16</sup> Voir tableau 1.

<sup>17</sup> Dans cette version du modèle, il n'y a des élasticités-prix croisées qu'entre l'essence et le diesel.

<sup>18</sup> Somme sur un mois des différences journalières entre la température moyenne mesurée à Uccle et 16,5°C.

<sup>19</sup> Les prix d'absorption dans une région correspondent à la valorisation, par branche d'activité, de la production consommée localement, c'est-à-dire la moyenne pondérée du prix de production et du déflateur des importations nettes de chaque branche.

$$j_{CGU} = j_{S13ED632} + j_{S13ED631} + j_{S13EP32} \quad (3)$$

Les équations de finances publiques, reprises d'HERMES, fournissent déjà une projection pour la consommation publique nationale, comme la somme de la consommation publique de chaque entité, en ce compris chaque entité fédérée. Cependant, la méthode de projection de celles-ci diffère de l'approche en termes de dépenses de consommation au lieu de territoire, telle que présentée à l'équation ci-dessus. Afin de réconcilier, en projection, les composantes de cette équation avec les montants projetés par les équations de finances publiques importées d'HERMES, nous procédons en deux temps.

Pour les transferts nominaux sociaux en nature relevant de la production marchande achetée ( $j_{S13ED632}$ ), HERMES fournit une équation pour chaque entité. Dès lors, nous répartissons les dépenses dépendant du pouvoirs fédéral, des pouvoirs locaux<sup>20</sup> et de la sécurité sociale, entre les trois régions suivant une clé dépendant de la répartition observée la dernière année disponible et de l'évolution de la population. Pour les dépenses dépendant d'une entité fédérée, nous les attribuons directement au territoire correspondant. Afin d'obtenir les dépenses réelles, nous utilisons le déflateur national dont l'équation est directement reprise du modèle HERMES.

Une deuxième approche a été privilégiée pour les dépenses collectives des administrations publiques et pour les transferts sociaux en nature relevant d'une production non-marchande. En ce qui concerne les dépenses relatives au pouvoir fédéral, aux pouvoirs locaux et à la sécurité sociale, nous utilisons une clé population pour les répartir entre les trois régions. Les dépenses relevant des entités fédérées sont réparties en fonction du domicile des bénéficiaires potentiels. Afin de déterminer la répartition de tout montant entre dépenses individuelles et collectives, nous utilisons les données de dépenses des administrations publiques par fonctions et opérations. Les dépenses réelles régionales sont obtenues grâce au déflateur national de ces deux composantes, lui-même étant projeté par des équations d'HERMES.

### 3.4. L'investissement des ménages en logements

L'équation estimée est autorégressive et relie la croissance de l'investissement des ménages en logements dans chaque région à celle du revenu disponible réel régional ( $j_{YDH}/j_{PCH}$ ) et à la variation, en points de pourcent, du taux d'intérêt réel de long terme. L'élasticité-revenu estimée à moyen terme (année t+4) s'élève à environ 0,5 à Bruxelles, 0,6 en Flandre et 0,7 en Wallonie.

### 3.5. L'investissement régional des entreprises

Les déterminants de la demande d'investissement en volume dans les branches d'activité marchande seront présentés à la section 5.4.

<sup>20</sup> Rappelons que les équations de finances publiques des pouvoirs locaux ne sont pas régionalisées dans HERMES, et ne le sont donc pas dans HERMREG *bottom-up*.

Les déflateurs des investissements sont quant à eux obtenus à partir des déflateurs des actifs ou « produits » d'investissement. Le modèle distingue sept produits d'investissement<sup>21</sup>.

Pour toute branche d'activité marchande, on suppose que le prix de tout actif d'investissement évolue comme le prix d'absorption<sup>22</sup> de la branche principale qui livre cet actif (par exemple : le prix d'absorption de la branche construction pour le produit « autres bâtiments et ouvrages de génie civil »).

### 3.6. Les investissements publics régionaux

Les investissements publics sont projetés dans le modèle HERMES en tenant compte notamment des budgets des différentes entités, des projections pluriannuelles, des grands plans d'investissements et, pour ce qui est des pouvoirs locaux, du cycle électoral.

L'investissement public se répartit entre différents sous-secteurs institutionnels et quatre branches d'activité HERMREG dont la principale est la branche « administration publique et enseignement »<sup>23</sup>. Des clés de répartition, dérivées de différentes sources de données liées aux finances publiques, permettent de ventiler les différents montants d'investissement public par branche entre les territoires régionaux<sup>24</sup>.

Lorsque l'investissement public d'une entité fédérée peut être attribué à plusieurs territoires régionaux, des hypothèses sont posées afin de les rendre cohérentes, autant que possible, avec les observations récentes. Ces clés de répartition régionales sont supposées constantes sur la période de projection.

### 3.7. Le commerce international par région

Le bloc de commerce international du modèle HERMREG *bottom-up* consiste en un système d'équations expliquant, pour chaque branche d'activité (à l'exception de la branche « énergie »<sup>25</sup>) dans chaque région, l'évolution des volumes et des prix des exportations et importations internationales.

D'une part, les exportations sectorielles dépendent de la compétitivité-prix à l'exportation (à savoir le ratio du prix des exportations sur un indicateur de prix étrangers) et d'un indicateur de demande mondiale en biens et services adressée à chaque région (marchés potentiels pertinents pour la région)<sup>26</sup>. D'autre part, les importations internationales sont une fonction de la demande et d'un indicateur (inverse) de la compétitivité des importateurs étrangers, à savoir le ratio du prix des importations sur les prix intérieurs.

<sup>21</sup> Les sept produits d'investissement sont : les ressources biologiques cultivées (P1) ; les machines et équipements (P2) ; les matériels de transport (P3) ; les logements hors investissements résidentiels des ménages (P4) ; les autres bâtiments et ouvrages de génie civil (P5) ; les logiciels et bases de données et autres droits de propriété intellectuelle (P6) ; la recherche et développement (P7).

<sup>22</sup> Voir la note 19 pour la définition du prix d'absorption.

<sup>23</sup> Les autres branches sont l'énergie (eaux usées et collecte de déchets), les transports et communication (exemple : Infrabel) et les « autres services marchands » (radio-télévision).

<sup>24</sup> Voir la note de bas de page 20.

<sup>25</sup> Des équations régionalisent de façon *top-down* les exportations et importations de la branche « énergie ». Les volumes et les prix des échanges internationaux de cette branche d'activité sont déterminés au niveau national, par le bloc énergie repris du modèle HERMES (voir Bassilière *et al.*, 2013).

<sup>26</sup> Voir, par exemple Bardaji *et al.* (2017) pour la France ou Bassilière *et al.* (2013) pour la Belgique. Voir aussi Blot et Cochard (2008) pour différents tests (pour différents pays) de l'équation usuelle du volume des exportations.

L'évolution tant des prix des exportations que des prix des importations est quant à elle modélisée comme une moyenne pondérée des évolutions des prix étrangers et des prix intérieurs. L'indicateur des prix étrangers (tout comme l'indicateur de demande mondiale) est classiquement exogène dans le modèle.

### 3.7.1. Les exportations internationales par branche d'activité (volumes et prix)

#### a. Les volumes

L'équation des exportations en volume, par branche d'activité, a une forme double-logarithmique :

$$\begin{aligned} \ln j\_QXO_i = & \beta \ln j\_QWX + \gamma \ln \left( \frac{j\_PQX_i}{PWXE} \right) \\ & + \lambda \left( \ln(j\_QXO_{i,-1}) - \alpha - \theta \ln(j\_QWX_{-1}) - \mu \ln \left( \frac{j\_PQX_i}{PWXE} \right)_{-1} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

avec :

- $j\_QXO_i$ , les exportations en volume de la branche  $i$  située en région  $j$  (bruxelloise, flamande ou wallonne) ;
- $j\_QWX$ , un indicateur de demande mondiale (en volume) adressée à la région  $j$  ;
- $\frac{j\_PQX_i}{PWXE}$ , un indice de compétitivité-prix, soit le rapport entre le prix des exportations  $j\_PQX_i$  de la branche et les prix mondiaux exprimés en euros ( $PWXE$ ).

L'équation intègre donc la relation de long terme estimée suivante :

$$\ln(j\_QXO_i) = \alpha + \theta \ln(j\_QWX) + \mu \ln \left( \frac{j\_PQX_i}{PWXE} \right) \quad (5)$$

L'indicateur  $j\_QWX$  est un indice des marchés internationaux potentiels à l'exportation pour la région  $j$ , calculé comme une moyenne pondérée de la croissance (observée ou attendue) des importations de biens et services des pays partenaires commerciaux de la région<sup>27</sup>. L'indice des prix mondiaux, en euros, est calculé comme une moyenne pondérée des prix à l'importation (biens et services) des principaux pays partenaires commerciaux de la Belgique. On s'attend aux signes suivants pour les paramètres de l'équation (4) :

- $\beta, \theta > 0$  (effet « demande mondiale ») : plus celle-ci est élevée, plus la région  $j$  exporte des biens et services ;
- $\gamma, \mu < 0$  (effet « compétitivité-prix ») : une baisse du prix relatif des exportations devrait stimuler celles-ci ;
- $-1 < \lambda < 0$  (force de rappel) : tout écart du niveau des exportations par rapport à la relation de long terme devrait être résorbé progressivement lors des années qui suivent ; plus ce paramètre est élevé en valeur absolue, plus vite l'écart sera résorbé.

<sup>27</sup> Cet indicateur est construit sur base de données de la BNB en matière de commerce international de marchandises de chaque région belge, d'une part, et de données du FMI (World Economic Outlook) relatives aux importations de biens et services (en volume) par pays, d'autre part. L'indicateur est commun à toutes les branches d'activité.

Les résultats des estimations (sur la période 1982-2017 au maximum) des équations d'exportations sont présentés, d'abord pour les industries manufacturières puis la construction et les services marchands. Tous les coefficients présentent le signe attendu et sont généralement significatifs à 5 %.

Remarquons que les statistiques d'exportations internationales utilisées incluent des réexportations de marchandises n'ayant pas pour origine une production belge (marchandises importées qui quittent le pays en l'état ou presque). Ce phénomène s'est intensifié au fil du temps et ces « réexportations d'importations internationales » représentaient en 2015, selon les données du tableau input-output interrégional, près de 30 % du total des exportations belges. Ces flux de réexportations sont bien entendu moins influencés par les déterminants inclus dans nos équations (volumes, prix) tels les prix ou coûts de production intérieurs.

### Les industries manufacturières

L'industrie manufacturière – qui regroupe les « biens intermédiaires », les « biens d'équipement » et les « biens de consommation » – représentait 40 % des exportations internationales de la Belgique en 2017.

La Belgique a perdu des parts de marché dans le commerce mondial de biens à partir de la fin des années 1990 (De Ketelbutter *et al.*, 2007). C'est pourquoi, pour capter ce phénomène, nous avons testé systématiquement pour les branches manufacturières, non seulement une variable de tendance linéaire mais également une tendance quadratique.

Les résultats des estimations des paramètres de l'équation (4) sont présentés au tableau 4. L'ajout de la tendance quadratique à toute équation, lorsqu'elle s'avère significative, augmente sensiblement l'élasticité à la demande mondiale, c'est-à-dire la fait se rapprocher de l'unité.

On ne peut rejeter l'hypothèse d'élasticité-demande unitaire (ou quasi-unitaire) pour les « biens intermédiaires » et les « biens d'équipement » dans chaque région, ainsi que pour la branche des biens de consommation bruxelloise (essentiellement l'industrie alimentaire et des boissons dans cette région).

En ce qui concerne la branche des biens de consommation en Flandre et en Wallonie, l'élasticité à la demande mondiale nettement inférieure à 1 (0,62 à 0,65), conjointement estimée avec un coefficient négatif de la tendance linéaire (ou quadratique), indique clairement des pertes de parts marché à l'exportation sur la période d'estimation (au maximum 1982-2017).

**Tableau 4 Estimations des équations d'exportations internationales en volume : C, K, Q (1)**

	Branche C			Branche K			Branche Q		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
dln QWX	0,63	0,46	0,73	1,52	0,51	1,40	-	1,52	1,33
dln $j\_PQX_i/PWXE$	-0,10	-0,66	-1,34	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,73	-0,09	-0,88	-0,43	-0,76	-0,28	-0,28	-0,51	-0,24
<b>Équation de long terme</b>									
ln QWX	0,96	0,62	0,65	1,00	1,01	1,00	1,04	0,99	0,89
ln $j\_PQX_i/PWXE$	-0,47	-1,00	-0,71	-0,80	-0,80	-1,20	-0,55	-0,55	-0,56
trend $\times(t>96)/100$	-	-3,15	-0,33	0,51	3,52	-	-	-0,01	-0,68
trend $^2\times(t>96)/100$	-	0,05	-	-0,06	-9,72	-	-	-	-

(1) C = biens de consommation ; K = biens d'équipement ; Q = biens intermédiaires.

Les élasticités-prix de long terme sont les plus élevées, en valeurs absolues, dans la branche des biens d'équipement, dans les trois régions, et dans la branche des biens de consommation flamande.

Dans toutes les branches de l'industrie manufacturière par région, à l'exception des « biens de consommation » en Wallonie, les élasticités-prix de court terme sont nettement plus petites, en valeurs absolues, que celles de long terme.

La force de rappel, vers la relation de long terme, est relativement élevée (en valeur absolue) dans chaque branche d'activité régionale à l'exception de la branche des biens de consommation flamande.

### Les branches de services marchands

Les services marchands représentent 53% des exportations belges en 2017. Parmi ceux-ci, la branche la plus importante est le « commerce et horeca » (33% des exportations belges) suivie par les « autres services marchands » (9% des exportations belges : activités spécialisées, scientifiques, techniques, ...).

**Tableau 5 Estimations des équations d'exportations internationales en volume : B, CR, HA (1)**

	Branche B			Branche CR			Branche HA		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
dln QWX	-	-	-	0,74	0,10	0,84	0,05	1,00	0,99
dln j_PQXi/PWXE	-2,14	-0,74	-0,10	-	-	-	-0,70	-0,79	-0,13
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,79	-0,59	-0,13	-0,34	-0,29	-0,25	-0,48	-0,28	-0,21
<b>Équation de long terme</b>									
ln QWX	0,62	1,19	0,93	0,95	0,59	1,31	0,90	0,95	0,99
ln j_PQXi/PWXE	-	-0,60	-0,63	-0,70	-	-1,00	-0,93	-1,00	-1,25

(1) B = construction ; CR = crédit et assurances ; HA = commerce et horeca.

On remarque au tableau 5 une relative homogénéité interrégionale des estimations de long terme pour le « commerce et horeca » : l'élasticité des exportations à la demande mondiale est unitaire ou quasi-unitaire dans chaque région tandis que l'élasticité-prix varie de -0,93 (Bruxelles) à -1,25 (Wallonie).

Dans les autres branches de services marchands qui représentent 20% des exportations belges en 2017 (« autres services marchands », « crédit et assurance », « transports et communication »), les résultats sont plus hétérogènes (voir aussi le tableau 6). Ceci tient au moins en partie, probablement, à l'hétérogénéité interrégionale des activités elles-mêmes, à l'intérieur de chaque branche, plus ou moins orientées vers l'international en fonction de la Région.

À deux exceptions près (les branches CR et Z flamandes) l'élasticité des exportations à la demande mondiale à long terme est unitaire ou plus qu'unitaire dans ces branches.

**Tableau 6 Estimations des équations d'exportations internationales en volume : OS, SA, Z (1)**

	Branche OS			Branche SA			Branche Z		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
dln QWX	0,62	-	0,61	0,73	-	1,10	-	1,15	-
dln j_PQXi/PWXE	-0,05	-0,27	-1,03	-	-	-	-0,10	-1,29	-
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,68	-0,29	-0,39	-0,53	-0,21	-0,32	-0,26	-0,23	-0,61
<b>Équation de long terme</b>									
ln QWX	1,17	1,10	1,37	1,81	1,49	1,11	1,43	0,52	1,17
ln j_PQXi/PWXE	-0,66	-1,00	-0,80	-1,55	-	-	-	-1,00	-0,89

(1) OS = autres services marchands ; SA = santé et action sociale ; Z = Transports et communication.

## b. Les prix des exportations internationales

L'équation de prix des exportations estimée pour chaque branche d'activité incorpore, à nouveau, un mécanisme de correction de l'erreur autour de la relation de long terme, qui lie les prix d'exportation aux prix mondiaux de référence exprimés en euros ( $PWXE$ ) et aux coûts de production intérieure ( $PB$ )<sup>28</sup> :

$$\begin{aligned} \text{dln } j\_PQX_i = & \alpha + \beta \text{ dln } PWXE + \gamma \text{ dln } j\_PB_i \\ & + \lambda [\text{ln } j\_PQX_{i-1} - \epsilon \text{ ln } PWXE_{-1} - (1 - \epsilon) \text{ ln } j\_PB_{i-1}] \end{aligned} \quad (6)$$

On impose classiquement l'homogénéité statique à long terme (somme des coefficients égale à 1) : une hausse permanente d'1% à la fois des coûts de production et des prix mondiaux se traduira par une hausse permanente d'1% du prix des exportations.

L'équation (6) exprime donc un arbitrage entre un comportement de marge (répercuter, sur les prix à l'exportation, les variations de coûts unitaires pour conserver une certaine marge de profit) et un comportement de compétitivité (s'aligner sur les prix étrangers pour maintenir la compétitivité)<sup>29</sup>. On s'attend à un alignement complet sur les prix mondiaux pour les industries manufacturières ( $\epsilon$  proche de l'unité), vu leur exposition à la concurrence internationale.

Les estimations relatives aux équations de prix des exportations (tableaux 7 à 9) présentent logiquement une grande homogénéité entre régions puisque les déflateurs calculés ne diffèrent que très peu entre régions, et uniquement par un effet de composition biens/services<sup>30</sup>.

À long terme, les exportateurs industriels belges s'aligneraient bien parfaitement sur les prix étrangers (tableau 7) : dans chaque région, pour chacune des branches C, K et Q, le coefficient estimé de  $\text{ln } PWXE$  est unitaire ou proche de l'unité.

**Tableau 7 Estimations de l'équation de prix des exportations : C, K et Q (1)**

	Branche C			Branche K			Branche Q		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
$\text{dln}(j\_PB_i)$	0,55	0,60	0,52	-	-	-	0,14	0,37	0,36
$\text{dln}(PWXE)$	0,60	0,54	0,55	0,75	0,82	0,78	0,64	0,43	0,47
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,12	-0,23	-0,24	-0,18	-0,15	-0,09	-0,44	-0,29	-0,29
<b>Équation de long terme</b>									
$\text{ln}(j\_PB_i)$	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,17	0,10	0,04
$\text{ln}(PWXE)$	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,83	0,90	0,96

(1) C = biens de consommation ; K = biens d'équipement ; Q = biens intermédiaires.

Les coefficients estimés de la variable de coût de production régional ( $j\_PB$ ) indiquent qu'à court terme, un certain comportement de marge serait à l'œuvre dans les « biens de consommation » et les « biens

<sup>28</sup> Le coût de production sectoriel est une moyenne pondérée des coûts des quatre facteurs de production : le travail, le capital et les consommations intermédiaires énergétique et non-énergétique.

<sup>29</sup> Allard-Prigent *et al.* (2002, p. 36).

<sup>30</sup> La source des données utilisées, à savoir les comptes régionaux, fournit une répartition régionale des exportations (et des importations) internationales sectorielles à prix courants mais pas en volume. Les volumes d'exportations internationales HERMREG par branche ont été construits au départ du déflateur belge des exportations de biens et du déflateur pour les services. Les données publiées distinguent en effet les flux de biens des flux de services, ce qui permet d'obtenir des déflateurs régionaux (les  $PQX_i$ ) différant légèrement d'une branche à l'autre, en raison de l'effet de composition (part des biens et part des services dans les exportations).

intermédiaires » dans chaque région. Toutefois, ces coefficients estimés ne dépassent jamais (significativement) l'élasticité aux prix étrangers. À l'inverse, dans la branche des « biens d'équipement », l'alignement des prix des exportateurs belges sur les prix étrangers, qui est déjà complet à long terme, reste dominant à court terme.

Au tableau 8, les branches de services marchands HA et CR apparaissent également comme entièrement *price-takers* à long terme. À court terme également, le prix des exportations dans ces deux branches apparaît comme insensible à l'évolution des coûts de production.

Dans les autres branches de services marchands, relativement abritées de la concurrence internationale, le comportement de marge est en revanche dominant à long terme, comme indiqué par le coefficient de la variable de coût de production, qui est généralement nettement supérieur à 0,5 (tableaux 8 et 9).

**Tableau 8 Estimations de l'équation de prix des exportations : B, CR et HA (1)**

	Branche B			Branche CR			Branche HA		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
dln(j_PBi)	0,73	0,59	0,71	-	-	-	0,05	0,07	0,06
dln(PWXE)	0,26	0,32	0,35	0,4	0,42	0,4	0,72	0,77	0,73
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,38	-0,51	-0,59	-0,07	-0,08	-0,07	-0,33	-0,36	-0,31
<b>Équation de long terme</b>									
ln(j_PB)	0,54	0,63	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ln(PWXE)	0,46	0,37	0,43	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

(1) B = construction ; CR = crédit et assurances ; HA = commerce et horeca.

**Tableau 9 Estimations de l'équation de prix des exportations : OS, SA et Z (1)**

	Branche OS			Branche SA			Branche Z		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
dln(j_PBi)	-	-	-	0,26	0,23	0,39	0,23	0,72	0,28
dln(PWXE)	0,37	0,35	0,37	0,38	0,48	0,49	0,42	-	0,41
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,08	-0,39	-0,29	-0,19	-0,23	-0,32	-0,05	-0,05	-0,75
<b>Équation de long terme</b>									
ln(j_PB)	0,76	0,86	0,75	0,44	0,72	0,45	0,00	0,80	0,71
ln(PWXE)	0,24	0,14	0,25	0,56	0,28	0,55	1,00	0,20	0,29

(1) OS = autres services marchands ; SA = santé et action sociale ; Z = Transports et communication.

### 3.7.2. Les importations internationales par branche d'activité (volumes et prix)

#### a. Les volumes

L'équation des importations en volume par branche d'activité régionale incorpore également une relation de long terme :

$$d \ln j_{QMO}_i = \beta \, d \ln j_{D}_i + \gamma \, d \ln \left( \frac{j_{PQM}_i}{j_{PQ}_i} \right) + \lambda \left[ \ln j_{QMO}_{i-1} - \alpha - \epsilon \ln j_{D}_{i-1} - \theta \ln \left( \frac{j_{PQM}_i}{j_{PQ}_i} \right)_{-1} \right] \quad (7)$$

avec :

- $j_{QMO}_i$ , les importations internationales en volume de la branche  $i$  située en région  $j$  ;
- $j_{D}_i$ , une variable de demande totale régionale en produits de la branche  $i$  (en volume) ;

–  $\frac{j\_PQM_i}{j\_PQ_i}$ , le rapport entre le prix des importations de la branche et le prix de production intérieure.

On s'attend a priori aux signes suivants pour les paramètres :  $\beta, \epsilon > 0$  (effet « demande ») ;  $\gamma, \theta < 0$  (effet compétitivité-prix), et  $-1 < \lambda < 0$  (force de rappel vers le sentier de long terme).

Les résultats des estimations des équations d'importations sont présentés dans les tableaux 10 à 12 suivants. Tous les coefficients présentent le signe attendu et sont généralement significatifs à 5%.

En ce qui concerne les importations des branches manufacturières flamandes et wallonnes (27% des importations belges), on ne peut rejeter l'hypothèse d'élasticité-demande qui soit unitaire voire (légèrement) supérieure à l'unité à long terme.

**Tableau 10 Estimations de l'équation des importations en volume : C, K et Q**

	Branche C			Branche K			Branche Q		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
$d \ln j\_D_i$	1,00	2,08	1,47	0,71	0,91	0,92	0,68	1,30	1,04
$d \ln j\_PQM_i/j\_PQ_i$	-1,44	-0,78	-0,38	-	-0,27	-	-	-1,31	-1,99
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,59	-0,50	-0,95	-0,31	-0,34	-0,12	-0,50	-0,57	-0,82
<b>Équation de long terme</b>									
$\ln j\_D_i$	0,52	1,24	1,06	0,96	0,96	1,00	1,00	0,95	1,03
$\ln j\_PQM_i/j\_PQ_i$	-	-0,33	-0,55	-0,72	-1,04	-0,95	-0,20	-0,89	-1,85

(1) C = biens de consommation ; K = biens d'équipement ; Q = biens intermédiaires.

Pour toute branche manufacturière flamande ou wallonne, la réaction à court terme des importations aux variations de la demande est quasiment unitaire (ou plus qu'unitaire).

Les élasticités-prix estimées à long terme pour les « biens d'équipement » et les « biens intermédiaires », en Flandre et en Wallonie, se situent, en valeur absolue, entre 0,89 et 1,85 (tableau 10).

**Tableau 11 Estimations de l'équation des importations en volume : B, CR, HA (1)**

	Branche B			Branche CR			Branche HA		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
$d \ln j\_D_i$	0,94	1,18	0,87	0,99	-	1,64	0,64	1,42	0,88
$d \ln j\_PQM_i/j\_PQ_i$	-	-0,05	-	-	-0,44	-	-0,43	-0,35	-0,55
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,33	-0,22	-0,33	-0,39	-0,35	-0,13	-0,17	-0,24	-0,39
<b>Équation de long terme</b>									
$\ln j\_D_i$	1,27	1,00	2,20	1,50	1,55	1,55	1,48	1,34	1,06
$\ln j\_PQM_i/j\_PQ_i$	-0,85	-	-	-0,76	-	-2,50	-0,96	-0,54	-0,91

(1) B = construction ; CR = crédit et assurances ; HA = commerce et horeca.

**Tableau 12 Estimations de l'équation des importations en volume : OS, SA, Z (1)**

	Branche OS			Branche SA			Branche Z		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
$d \ln j\_D_i$	0,94	1,45	0,60	-	-	-	-	1,52	1,09
$d \ln j\_PQM_i/j\_PQ_i$	-	-0,73	-0,20	-	-	-	-0,56	-	-
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,07	-0,31	-0,05	-0,35	-0,25	-0,14	-0,19	-0,36	-0,42
<b>Équation de long terme</b>									
$\ln j\_D_i$	1,30	1,00	1,00	0,34	0,38	0,37	1,93	1,78	2,14
$\ln j\_PQM_i/j\_PQ_i$	-0,10	-1,20	-0,60	-1,50	-1,56	-1,50	-	-	-

(1) OS = autres services marchands ; SA = santé et action sociale ; Z = Transports et communication.

Enfin, pour ce qui est des principales branches de services belges, c'est-à-dire HA (qui représente en Flandre près de la moitié des importations totales régionales) et, dans une moindre mesure, OS et Z, on

notera une plus forte variabilité interrégionale des résultats, tant en termes d'élasticité-prix des importations que d'élasticité-demande.

## b. Les prix des importations internationales

L'équation de prix des importations par région ( $j\_PQM_i$ ) estimée pour chaque branche d'activité  $i$ , intègre à nouveau une relation de long terme :

$$\begin{aligned} \ln j\_PQM_i = & \alpha + \beta \ln PWME + \gamma \ln j\_PQ_i \\ & + \lambda [\ln j\_PQM_{i,-1} - \epsilon \ln PWME_{-1} - (1 - \epsilon) \ln j\_PQ_{i,-1}] \end{aligned} \quad (8)$$

Les importateurs sont censés faire un arbitrage similaire à celui des exportateurs : afin de conserver leurs marges, ils indexent, au moins partiellement, leur prix sur leurs coûts de production supposés évoluer comme les prix étrangers à l'importation ( $PWME$ )<sup>31</sup>. Néanmoins, pour préserver leur compétitivité par rapport aux producteurs belges, ils tiennent également compte des prix de la production intérieure ( $j\_PQ_i$  dans la région  $j$ ).

On s'attend à ce que tous les paramètres estimés de l'équation (8) soient positifs, hormis le paramètre de correction d'erreur ( $-1 < \lambda < 0$ ).

Les trois tableaux suivants donnent les résultats de nos estimations de l'équation (8) pour chaque branche d'activité régionale.

Dans les branches K, CR, OS et Z les importateurs ne semblent pas être influencés, ni à court terme, ni à long terme par les prix fixés par leurs « concurrents » belges : les élasticités respectives aux prix intérieurs régionaux sont nulles ou très faibles tant à court terme qu'à long terme.

**Tableau 13 Estimations de l'équation de prix des importations : C, K et Q (1)**

	Branche C			Branche K			Branche Q		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
$\ln(PWME)$	0,47	0,37	0,37	0,61	0,64	0,61	0,32	0,22	0,29
$\ln(j\_PQ_i)$	0,56	0,55	0,65	-	-	-	0,56	0,58	0,46
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,13	-0,12	-0,07	-0,12	-0,08	-0,08	-0,24	-0,26	-0,23
<b>Équation de long terme</b>									
$\ln(PWME)$	0,39	0,68	0,76	1,00	0,92	0,90	0,54	0,52	0,52
$\ln(j\_PQ_i)$	0,61	0,32	0,24	0,00	0,08	0,10	0,46	0,48	0,48

(1) C = biens de consommation ; K = biens d'équipement ; Q = biens intermédiaires.

<sup>31</sup> L'indice des prix mondiaux  $PWME$  est calculé comme une moyenne pondérée des prix à l'exportation des principaux pays partenaires commerciaux de la Belgique.

**Tableau 14 Estimations de l'équation de prix des importations : B, CR et HA (1)**

	Branche B			Branche CR			Branche HA		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
$d\ln(PWME)$	0,37	0,46	0,41	0,54	0,52	0,48	0,62	0,65	0,65
$d\ln(j\_PQi)$	0,67	0,59	0,61	0,09	0,18	0,18	0,19	0,15	0,25
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,17	-0,16	-0,14	-0,14	-0,12	-0,09	-0,19	-0,15	-0,23
<b>Équation de long terme</b>									
$\ln(PWME)$	0,65	0,72	0,70	1,00	0,99	1,00	0,75	0,76	0,74
$\ln(j\_PQi)$	0,35	0,28	0,30	0,00	0,01	0,00	0,25	0,24	0,26

(1) B = construction ; CR = crédit et assurances ; HA = commerce et horeca.

Dans les importantes branches des « biens de consommation » (8 % des importations belges) et du « commerce et horeca » (45 % des importations belges), l'alignement sur les prix étrangers, sans être complet, est encore dominant : l'élasticité de long terme à *PWME* varie de 0,68 à 0,76 dans chaque région pour ces deux branches (à l'exception de la branche C bruxelloise).

Enfin, dans la branche des « biens intermédiaires » (tableau 13), les importateurs partageraient leur mode de fixation des prix, de façon équilibrée entre un comportement de marge et un maintien d'une certaine compétitivité-prix sur le territoire régional : une hausse permanente d'1 % des prix étrangers se traduirait par une hausse des prix d'importations de cette branche d'activité de 0,5 %.

**Tableau 15 Estimations de l'équation de prix des importations : OS, SA et Z (1)**

	Branche OS			Branche SA			Branche Z		
	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie
$d\ln(PWME)$	0,52	0,58	0,57	0,49	0,59	0,58	0,57	0,53	0,56
$d\ln(j\_PQi)$	-	-	-	0,46	0,35	0,40	-	-	0,25
Force de rappel ( $\lambda$ )	-0,16	-0,14	-0,15	-0,16	-0,21	-0,19	-0,19	-0,29	-0,20
<b>Équation de long terme</b>									
$\ln(PWME)$	0,89	0,92	0,87	0,71	0,80	0,78	1,00	0,93	0,86
$\ln(j\_PQi)$	0,11	0,08	0,13	0,29	0,20	0,22	0,00	0,07	0,14

(1) OS = autres services marchands ; SA = santé et action sociale ; Z = Transports et communication.

## 4. De la demande globale à la production régionale

### 4.1. La demande adressée à chaque branche d'activité

Au sein du modèle, chaque composante de la demande globale (chapitre 3) est transformée en une demande de biens et services s'adressant aux différentes branches d'activité, régionales ou étrangères. Pour ce faire, on utilise des coefficients de passage calculés à partir du tableau entrées-sorties (TES) interrégional 2015. Ces coefficients sont maintenus constants en projection.

Par exemple, les demandes des ménages résidant dans la région  $j$  (B, V, W), pour les différentes catégories de consommation (voir section 3.1.2), sont notées  $j_Cx$  pour chaque produit  $x$ ; elles sont transformées en des demandes ( $j\_QHi$ ) s'adressant aux différentes branches d'activité  $i$  comme suit<sup>32</sup> :

$$j\_QHi = \sum_{x=1}^{14B} j\_qhix * j_Cx, \text{ avec, } \forall x, \sum_i j\_qhix = 1 \quad (9)$$

où  $j\_qhix$  sont les coefficients de passage qui permettent de retrouver les estimations basées sur le TES.

De façon similaire, on déduit toutes les autres composantes de la demande par branche de livraison, notées  $j\_QCi$ ,  $j\_QGi$ ,  $j\_QIi$ ,  $j\_QQi$  et issues respectivement de la consommation des ISBLSM (section 3.2), de la consommation publique (section 3.3), de la demande d'investissement public et privé (sections 3.4, 3.6 et 5.4)<sup>33</sup> et des consommations intermédiaires non-énergétiques (section 5.1)<sup>34</sup>.

Finalement, dans toute région  $j$ , la demande totale de production qui s'adresse à toute branche  $i$  s'écrit donc :

$$j\_DDTi = j\_QHi + j\_QCi + j\_QGi + j\_QIi + j\_QQi + j\_Si \quad (10)$$

après prise en compte de la variation des stocks  $j\_Si$ <sup>35</sup>.

### 4.2. La détermination des livraisons intra- et interrégionales par branche d'activité

Dans toute région  $j$ , une partie de la demande totale est satisfaite par des importations internationales ( $j\_QMMi$ )<sup>36</sup> si bien que la partie qui s'adresse aux entreprises belges de la branche d'activité  $i$  s'écrit :

<sup>32</sup> Pour alléger l'exposé les équations présentées dans cette section sont valables tant à prix courants qu'en volume.

<sup>33</sup> L'investissement (y compris l'investissement résidentiel) est d'abord décomposé en huit actifs d'investissements (investissement résidentiel et les 7 actifs d'investissements décrits à la note de bas de page 21) avant d'être alloué aux différentes branches de livraison.

<sup>34</sup> L'ensemble des consommations intermédiaires énergétiques ( $j\_QETT$ ) est attribué à la branche énergie (E). Pour la branche E, on ajoute donc  $j\_QETT$  au membre de droite de l'équation (10).

<sup>35</sup> Y compris les acquisitions moins cessions de valeurs.

<sup>36</sup> Contrairement aux données utilisées à la section 3.7, l'agrégat  $j\_QMMi$  n'inclut pas les réexportations d'importations internationales puisqu'elles n'ont pas pour origine une demande intérieure belge. On suppose néanmoins que les évolutions, en taux de croissance annuelle, des  $j\_QMMi$  sont déterminées par celles des  $j\_QMi$  (voir section 3.7.2).

$$j\_DDi = j\_DDTi - j\_QMMi \quad (11)$$

Sous l'hypothèse que l'offre est égale à la demande, les livraisons effectives de chaque branche d'activité régionale à la demande intérieure dépendent de parts de marché dérivées du TES interrégional 2015 :

$$jk\_DDi = jk\_shdd\_i * j\_DDi \quad (12)$$

où  $jk\_shdd\_i$  est la part de la branche  $i$  située dans la région  $k$  dans la demande de la région  $j$  (hors importations internationales). Les parts de marché intérieur sont supposées constantes sur toute la période de projection.

On déduit facilement les flux de commerce interrégional de l'équation (12).

D'abord, remarquons que les exportations interrégionales de la branche  $i$  située en région  $k$  vers les deux autres régions ( $j \neq k$ ) s'écrit  $\sum_{j \neq k} jk\_DDi$  et donc, après agrégation sur toutes les branches, le total des exportations interrégionales de la région  $k$  n'est autre que :

$$k\_QXRTT = \sum_{j \neq k} \sum_i jk\_DDi \quad (13)$$

Ensuite, de façon analogue, on obtient le total des importations interrégionales de la région  $k$  comme la somme des flux provenant des deux autres régions :

$$k\_QMRTT = \sum_{j \neq k} \sum_i kj\_DDi \quad (14)$$

### 4.3. La production effective et la valeur ajoutée par branche d'activité

Pour toute région  $k$ , on note  $k\_QXXi$  les livraisons de la branche  $i$  à la demande extérieure internationale<sup>37</sup> dont l'évolution est déterminée par les équations de la section 3.7. Partant de l'équation (12), le total des livraisons de la branche  $i$  située en région  $k$  s'écrit alors :

$$k\_QDi = Bk\_DDi + Vk\_DDi + Wk\_DDi + k\_QXXi \quad (15)$$

La production régionale effective, au prix de base, de la branche  $k$  s'obtient en soustrayant de  $k\_QDi$  les taxes sur les produits (nettes des subventions sur les produits) et en appliquant un ajustement statistique qui permet d'équilibrer l'offre et la demande au-delà de l'année du TES interrégional (2015). Le déflateur régional de la production est estimé économétriquement, par branche d'activité, en fonction notamment des coûts de production régionaux de la branche et du déflateur des importations.

<sup>37</sup> Contrairement aux données utilisées à la section 3.7, l'agrégat  $j\_QXXi$  n'inclut pas les réexportations d'importations internationales puisqu'ils n'ont pas pour origine une production belge. L'évolution, en taux de croissance annuelle, de  $j\_QXXi$  est toutefois déterminée par celle de  $j\_QXi$  (section 3.7.1).

Pour toute branche d'activité, la valeur ajoutée est finalement obtenue en soustrayant, de la production régionale, les consommations intermédiaires énergétique et non-énergétique. La détermination de ces consommations au sein du modèle est présentée au chapitre suivant.

## 5. Les demandes de facteurs de production

Ce chapitre est consacré aux équations relatives aux demandes de facteurs de production des branches d'activité marchande (hors agriculture et secteur des titres-services).

La consommation intermédiaire est répartie, au sein du modèle, entre demandes d'inputs non énergétiques (section 5.1) et énergétiques (section 5.2). La demande du facteur « travail » est mesurée par le volume de travail salarié (section 5.3). Enfin, la section 5.4 décrit la demande d'investissement des entreprises.

### 5.1. La demande de consommation intermédiaire non énergétique

Pour toute branche d'activité régionale  $i$ , on suppose que la consommation intermédiaire non énergétique évolue au rythme de la production :

$$\ln j\_QO_{i,t} = \xi_1 \ln j\_QO_{i,t} \quad (16)$$

avec :

- $j\_QO_{i,t}$  : le volume d'inputs non énergétiques demandé par la branche  $i$  située en région  $j$ , l'année  $t$  ;
- $j\_QO_{i,t}$  : la production régionale sectorielle en volume, l'année  $t$ .

Les résultats des estimations de l'équation (16) par branche d'activité sont fournis au tableau 16. Tous les coefficients estimés sont significatifs au niveau de probabilité de 5% et indiquent une relation statistiquement robuste entre croissance de la production et croissance de la consommation intermédiaire non-énergétique dans chaque branche d'activité. L'unique paramètre estimé s'avère unitaire ou plus qu'unitaire dans toutes les branches. La moyenne pondérée<sup>38</sup> des coefficients estimés vaut 1,2 dans chaque région : une augmentation de 1 % de la production s'accompagne, en moyenne au sein des branches marchandes (hors agriculture), d'une augmentation de la consommation intermédiaire de 1,2 %.

---

<sup>38</sup> Les poids de chaque branche dans la consommation intermédiaire non énergétique totale sont utilisés comme coefficients de pondération dans la formule de la moyenne.

**Tableau 16 Elasticité-production de la consommation intermédiaire non énergétique**

	Bruxelles	Flandre	Wallonie
Energie (E)	1,01	1,19	1,44
Biens intermédiaires (Q)	1,04	1,16	1,13
Biens d'équipement (K)	1,01	1,06	1,02
Biens de consommation (C)	1,21	1,19	1,18
Construction (B)	0,96	1,09	1,11
Transports et communication (Z)	1,35	1,33	1,84
Commerce et horeca (HA)	1,45	1,62	1,55
Crédit et assurances (CR)	1,07	1,11	1,13
Santé et action sociale (SA)	1,44	1,18	1,51
Autres services marchands (OS)	1,17	1,14	1,00

## 5.2. La demande de consommation intermédiaire énergétique

Pour la consommation d'inputs énergétiques (3% de la consommation intermédiaire totale des entreprises belges), la spécification estimée est autorégressive et intègre la possibilité d'une certaine substitution-prix entre l'énergie et les autres facteurs de production utilisés :

$$\begin{aligned} \ln j\_QEO_{i,t} = & \xi_1 \ln j\_QEO_{i,t-1} + \xi_2 \ln \left( \frac{j\_PQE_{i,t}}{j\_PQ_{i,t}} \right) + \xi_3 \ln \left( \frac{j\_PQE_{i,t-1}}{j\_PQ_{i,t-1}} \right) \\ & + \xi_4 \ln j\_QO_{i,t} + \xi_5 \ln j\_QO_{i,t-1} \end{aligned} \quad (17)$$

avec :

- $QEO_{i,t}$  : la demande d'inputs énergétiques (en volume) de la branche  $i$  l'année  $t$  ;
- $\frac{PQE_{i,t}}{PQ_{i,t}}$  : le coût relatif sectoriel du facteur  $QE$ , soit le ratio du déflateur<sup>39</sup> de la consommation intermédiaire énergétique sur le déflateur de la production régionale ;
- $QO_{i,t}$  : la production régionale sectorielle en volume<sup>40</sup>, l'année  $t$ .

Dans cette spécification, on teste la présence de retards (variables indicées par  $t-1$ ) tout en imposant que l'élasticité-coût soit négative après deux ans :  $\xi_2 + \xi_3 < 0$ .

Un raisonnement similaire s'applique pour l'effet de la production régionale sur la demande d'inputs énergétiques ( $\xi_4 + \xi_5 > 0$ ) : une croissance plus forte de l'activité à court-moyen terme doit impliquer une croissance plus importante de la consommation intermédiaire énergétique.

Le tableau 17 résume les résultats des estimations en termes d'élasticités de moyen terme ( $t+4$ ).

L'élasticité estimée de la demande d'inputs énergétiques par rapport au niveau de production est généralement inférieure à l'unité sauf dans cinq branches sur trente, dont les branches de « biens de consommation » bruxelloise (1,2) et flamande (1,0).

<sup>39</sup> Dans cette version du modèle, le déflateur de la consommation énergétique par branche est déterminé en projection par le module énergie, module qui est toujours national. Nous imposons la croissance nationale du déflateur sectoriel dans chacune des régions.

<sup>40</sup> Pour quelques branches d'activité, la variable de production est remplacée par la valeur ajoutée comme mesure du niveau d'activité sectorielle.

Les estimations des élasticités-coûts sectorielles ont posé plus de difficultés : un peu plus du tiers des coefficients ont dû être fixés en cours d'analyse. Les autres sont presque tous significatifs à 5% ou 10%. Les élasticités-coûts sont relativement faibles et ne dépassent généralement pas 0,4 en valeur absolue.

**Tableau 17 Elasticité-production et élasticité-coût estimées de la consommation intermédiaire énergétique sectorielle à moyen terme (t+4)**

	Bruxelles	Flandre	Wallonie
<b>Elasticité-production</b>			
Energie (E)	0,32	0,47	0,33
Biens intermédiaires (Q)	1,10	0,40	0,47
Biens d'équipement (K)	0,81	0,51	0,45
Biens de consommation (C)	1,15	1,00	0,61
Construction (B)	0,77	1,06	0,86
Transports et communication (Z)	0,70	0,66	1,05
Commerce et horeca (HA)	0,50	0,22	0,18
Crédit et assurances (CR)	0,64	0,54	0,50
Santé et action sociale (SA)	0,46	0,82	0,66
Autres services marchands (OS)	0,53	0,60	0,44
<b>Elasticité-coût</b>			
Energie (E)	-0,10 <sup>f</sup>	-0,10 <sup>f</sup>	-0,51
Biens intermédiaires (Q)	-0,12 <sup>f</sup>	-0,11	-0,10 <sup>f</sup>
Biens d'équipement (K)	-0,20 <sup>f</sup>	-0,05 <sup>f</sup>	-0,20 <sup>f</sup>
Biens de consommation (C)	-0,31	-0,41	-0,42
Construction (B)	-0,26	-0,24	-0,16
Transports et communication (Z)	-0,36	-0,26	-0,15
Commerce et horeca (HA)	-0,20	-0,29	-0,31
Crédit et assurances (CR)	-0,15 <sup>f</sup>	-0,10	-0,26
Santé et action sociale (SA)	-0,07 <sup>f</sup>	-0,07 <sup>f</sup>	-0,07 <sup>f</sup>
Autres services marchands (OS)	-0,07 <sup>f</sup>	-0,13	-0,18

f : coefficient fixé en cours d'analyse

### 5.3. La demande du facteur « travail »

Pour toute branche d'activité marchande régionale (hors agriculture et titres-services), l'équation de la demande de travail salarié (en heures<sup>41</sup>) détermine directement le niveau de l'emploi salarié dans cette branche (compte tenu d'une projection exogène de la durée moyenne du travail sectorielle).

Le même type de spécification autorégressive que pour la demande d'intrants énergétiques est utilisé ici :

$$\begin{aligned} \ln(WBO_{i,t}) = & \xi_1 \ln WBO_{i,t-1} + \xi_2 \ln \left( \frac{j\_PH_{i,t}}{j\_PQ_{i,t}} \right) + \xi_3 \ln \left( \frac{j\_PH_{i,t-1}}{j\_PQ_{i,t-1}} \right) \\ & + \xi_4 \ln j\_QVO_{i,t} + \xi_5 \ln QVO_{i,t-1} \end{aligned} \quad (18)$$

<sup>41</sup> Formellement, le volume d'heures de travail est transformé en euros constants après imputation, pour chaque branche d'activité régionale, du coût salarial horaire sectoriel de 2015.

avec

- $WBO_{i,t}$  : la demande sectorielle de travail salarié (volume d'heures valorisées en euros constants de 2015), l'année  $t$  ;
- $\frac{PH_{i,t}}{PQ_{i,t}}$  : le coût relatif sectoriel du facteur travail (ratio du coût horaire sectoriel du travail, net des subventions salariales, sur le déflateur de la production régionale sectorielle) ;
- $QVO_{i,t}$  : la valeur ajoutée régionale sectorielle en volume<sup>42</sup>, l'année  $t$ .

Les élasticités estimées à moyen terme ont toutes le signe attendu dans les trois régions (tableau 18).

**Tableau 18** Elasticité à la valeur ajoutée et élasticité-coût du volume de travail estimées par branche d'activité, à moyen terme (t+4)

	Bruxelles	Flandre	Wallonie
<b>Elasticité à la valeur ajoutée</b>			
Energie (E)	0,16	0,07	0,38
Biens intermédiaires (Q)	0,25	0,11	0,15
Biens d'équipement (K)	0,59	0,69	0,27
Biens de consommation (C)	0,49	0,70	0,15
Construction (B)	0,67	0,38	0,93
Transports et communication (Z)	0,24	0,34	0,18
Commerce et horeca (HA)	0,40	0,84	1,09
Crédit et assurances (CR)	0,30	0,32	0,18
Santé et action sociale (SA)	0,44	0,66	0,75
Autres services marchands (OS)	0,89	0,98	1,02
<b>Elasticité-coût</b>			
Energie (E)	-0,30	-0,11	-0,18
Biens intermédiaires (Q)	-1,00	-0,31	-0,58
Biens d'équipement (K)	-0,54	-0,58	-0,65
Biens de consommation (C)	-0,71	-0,95	-0,54
Construction (B)	-0,63	-1,12	-0,85
Transports et communication (Z)	-0,08	-0,07	-0,07
Commerce et horeca (HA)	-0,32	-0,65	-0,59
Crédit et assurances (CR)	-0,23	-0,20	-0,40
Santé et action sociale (SA)	-0,38	-0,36	-0,58
Autres services marchands (OS)	-0,53	-0,68	-0,87

En ce qui concerne l'élasticité de la demande de travail au niveau d'activité, à l'exception des « autres services marchands » et le « commerce et horeca » en Wallonie, les valeurs estimées sont inférieures à l'unité. La moyenne pondérée<sup>43</sup> des coefficients varie de 0,5 (Bruxelles) à 0,7 (Wallonie). En d'autres termes, une hausse de l'activité de 1 % de l'ensemble des branches marchandes s'accompagne d'une hausse du volume de travail de 0,5 % à 0,7 % dans ces branches, selon la région.

<sup>42</sup> Pour quelques branches d'activité, la variable de valeur ajoutée est remplacée par la production comme mesure du niveau d'activité sectorielle.

<sup>43</sup> Les poids de chaque branche dans le volume de travail salarié marchand hors agriculture sont utilisés comme coefficients de pondération dans la formule de la moyenne.

Les élasticités au coût relatif du travail par branche sont elles aussi, en valeurs absolues, inférieures à 1, à l'exception de deux branches d'activité. La moyenne pondérée des élasticités-coûts varie, en valeur absolue, entre 0,4 (Bruxelles) et 0,6 (Flandre, Wallonie).

#### 5.4. La demande d'investissement

Tout comme pour la consommation des ménages, la demande d'investissement des entreprises dans chaque région est estimée à l'aide d'un modèle à correction d'erreur mêlant dynamiques de court terme et de long terme.

Dans la spécification testée, l'investissement en volume dans chaque branche d'activité marchande dépend positivement du niveau d'activité (mesuré par la valeur ajoutée<sup>44</sup>) et négativement du taux d'intérêt réel de long terme ; à court terme, il dépend de la croissance de l'activité (effet accélérateur) et d'une variable de rentabilité économique, à savoir le ratio sectoriel de l'excédent brut d'exploitation sur le capital.

Par ailleurs, les estimations ont révélé, pour de nombreuses branches d'activité, que la corrélation entre taux d'intérêt et investissement privé s'est en réalité fortement affaiblie après la crise économique et financière de 2008-2009<sup>45</sup>. Une variable de tendance (à partir de 2006 ou 2007 selon la branche), en interaction avec la variable de taux d'intérêt, a été introduite dans la spécification pour capter ce phénomène.

Le tableau 19 présente uniquement les résultats d'estimations en termes d'élasticité, à moyen terme, de l'investissement au niveau d'activité dans chaque branche d'activité régionale (hors agriculture). En effet, la semi-élasticité au taux d'intérêt réel s'est révélée non significativement différente de zéro (pour les années après 2006) dans la quasi-totalité des branches d'activité régionales.

Dans les branches de l'industrie manufacturière, l'élasticité de l'investissement à l'activité serait, à moyen terme, comprise entre 0,2 et 1,2 (moyenne pondérée : 0,64), selon la branche d'activité régionale. Dans les services marchands et dans la construction, l'élasticité moyenne pondérée serait unitaire. La grande variabilité des résultats entre les différentes branches d'activité régionales s'explique par la grande volatilité, par nature, de la variable d'investissement elle-même.

---

<sup>44</sup> Pour certaines branches, on constate un lien à l'activité mieux capté par le niveau de production. Dans ce cas, on remplace la valeur ajoutée par la production régionale de la branche.

<sup>45</sup> On a constaté un abaissement progressif du taux d'intérêt sans effet notable apparent sur l'investissement.

**Tableau 19** Elasticité à la valeur ajoutée de l'investissement en volume à moyen terme, par branche d'activité

	Bruxelles	Flandre	Wallonie
Energie (E)	0,31	1,74	1,83 <sup>(1)</sup>
Biens intermédiaires (Q)	1,20	0,83 <sup>(1)</sup>	0,53
Biens d'équipement (K)	0,82	0,76 <sup>(1)</sup>	0,74
Biens de consommation (C)	0,53	0,20	0,92 <sup>(1)</sup>
Construction (B)	2,78	0,87	0,52 <sup>(1)</sup>
Transports et communication (Z)	0,52	0,92	0,14
Commerce et horeca (HA)	1,47 <sup>(1)</sup>	0,73 <sup>(1)</sup>	0,79 <sup>(1)</sup>
Crédit et assurances (CR)	0,50	0,49	0,35 <sup>(1)</sup>
Santé et action sociale (SA)	1,08	0,63	0,32
Autres services marchands (OS)	0,34	1,35 <sup>(1)</sup>	2,38

(1) La variable de valeur ajoutée en volume est remplacée par la production en volume dans l'équation estimée.

## 6. Les marchés du travail régionaux

### 6.1. Catégorisation de l'emploi salarié régional dans les branches marchandes

Pour chaque branche  $i$  dans la région  $j$ , l'emploi salarié au lieu de travail (en nombre de personnes), noté  $j\_NFi$ , est égal au volume de travail (voir section 5.3) divisé par la durée moyenne du travail par personne<sup>46</sup> (exogène).

Par ailleurs, un des objectifs du modèle est d'analyser l'impact de politiques économiques ciblant certaines catégories de travailleurs (voir Baudewyns et Lutgen, 2022). À cette fin, l'emploi salarié par branche marchande (hors agriculture et titres-services) est désagrégé en quatre catégories :

- les emplois « bas salaires »<sup>47</sup> en distinguant les travailleurs âgés de 55 ans et plus des autres travailleurs ;
- les emplois « hauts salaires », avec la même distinction d'âge.

Un ensemble d'équations permet de ventiler l'emploi sectoriel entre ces quatre catégories comme le résultat d'une allocation optimale étant donné le coût (relatif) de chaque type de travailleur<sup>48</sup>. En fonction des paramètres estimés, les différents types d'emploi sont complémentaires ou substitués entre eux.

### 6.2. Coût du travail, cotisations sociales et subventions salariales

Dans le modèle, les coûts salariaux, cotisations sociales, subventions salariales et salaires bruts au lieu de travail sont d'abord calculés par catégorie d'emploi (voir ci-dessus), pour chaque branche d'activité marchande (hors agriculture et titres-services).

La rémunération des salariés (concept D.1 en comptabilité nationale), notée  $j\_WS$ , se définit comme l'ensemble des salaires et traitements bruts qui leur sont versés plus les cotisations sociales à la charge des employeurs.

Le coût horaire du facteur travail intervenant dans l'équation de demande de travail sectorielle (18) est la moyenne pondérée des coûts horaires de chaque catégorie d'emplois (voir section 6.1 ci-dessus). Ceux-ci sont obtenus en retranchant les subventions salariales ( $j\_LSUB$ ) de la rémunération totale des salariés, avant division par le volume d'heures de travail :

$$j\_WB\_x\_i = j\_WS\_x\_i - j\_LSUB\_x\_i \quad (19)$$

pour toute catégorie  $x$  et branche d'activité marchande  $i$ .

<sup>46</sup> La durée moyenne du travail est le nombre d'heures prestées annuellement, en moyenne, par chaque salarié de la branche (voir également la note de bas de page 6).

<sup>47</sup> Un salaire brut (par équivalent temps plein) est considéré comme « bas » s'il est inférieur à 8 009 euros par trimestre (année 2019).

<sup>48</sup> Le module développé s'inspire de Stockman (2007) et Bassilière *et al.* (2013, section 4.3.2).

La masse salariale brute<sup>49</sup> est le produit du volume d'heures de travail (déduit de l'équation (18)) et du salaire brut horaire nominal. Le salaire brut horaire avant indexation, dans chaque région et chaque branche d'activité, croît au rythme de la projection nationale sectorielle tirée du modèle HERMES.

Pour chaque catégorie d'emploi et chaque branche marchande, tant les subventions salariales que les cotisations sociales à la charge des employeurs sont le résultat d'un taux multiplié par la masse salariale brute. En particulier, le taux de subvention salariale (exogène) couvre un large éventail de mesures, fédérales ou régionales, de réduction du coût du travail. Certaines subventions sont générales, d'autres visent des secteurs spécifiques ou des catégories de salariés spécifiques (chômeurs de longue durée, travailleurs âgés, etc.).

### 6.3. Les navettes domicile-travail

Compte tenu de l'utilisation en variante du modèle, les six flux bilatéraux de navettes domicile-travail entre les trois régions sont modélisés comme suit : on suppose que le total de navetteurs domiciliés en région  $j$  et travaillant en région  $k$  (nombre de personnes noté  $k\_PEPMj$ ) varie en fonction de l'emploi salarié dans cette dernière région.

Plus précisément, afin de tenir compte d'un effet de composition sectorielle, nous estimons, pour chaque branche d'activité  $i$ , sa part (notée  $k\_pepmj_i$ ) dans chacun des flux de navettes à partir de données ONSS. Nous maintenons cette part constante sur la période de projection pour obtenir l'évolution du flux de navetteurs domiciliés en  $j$  et travaillant en  $k$  comme suit :

$$\frac{k\_PEPMj_t}{k\_PEPMj_{t-1}} = \sum_s k\_pepmj_i * \frac{k\_NF i_t}{k\_NF i_{t-1}} \quad (20)$$

### 6.4. L'emploi des indépendants

Les statistiques sectorielles régionales relatives aux nombres d'indépendants sont corrigées pour tenir compte des administrateurs d'entreprises<sup>50</sup>.

L'emploi indépendant « corrigé » dans chaque branche d'activité dépend d'un terme autorégressif et d'une moyenne mobile de la valeur ajoutée régionale sectorielle. On suppose que le nombre d'administrateurs d'entreprises dans chaque branche varie comme l'emploi indépendant sectoriel corrigé<sup>51</sup>.

<sup>49</sup> Ensemble des salaires et traitements bruts perçus par les salariés.

<sup>50</sup> En effet, dans les statistiques, ces derniers sont tous enregistrés dans la branche « autres services marchands » (OS) alors qu'il ne s'agit pas nécessairement de la branche dans laquelle ils travaillent. L'emploi indépendant corrigé et le nombre d'administrateurs sont donc déterminés séparément au sein du modèle.

<sup>51</sup> Pour toutes les branches à l'exception des « autres services marchands » (OS), l'emploi indépendant cohérent avec les statistiques officielles est dès lors égal à l'emploi indépendant « corrigé » moins le nombre d'administrateurs. L'emploi indépendant de la branche OS, cohérent avec ces statistiques, est calculé en ajoutant, à l'emploi indépendant corrigé, l'ensemble des administrateurs toutes branches confondues.

## 6.5. Emploi dans les titres-services et les « services non marchands »

L'emploi salarié dans le secteur des titres-services (DC), et dans la branche des « services domestiques » (DOM), est directement lié à la demande des ménages pour les services domestiques, elle-même issue du module d'allocation des dépenses de consommation (section 3.1.2). Une estimation économétrique permet de déterminer quelle est la part, dans la demande totale pour ce type de service, allouée à l'emploi titres-services et celle allouée à l'emploi de la branche services domestiques.

L'emploi de la branche d'activité « administration publique et enseignement » (LM) est directement lié à l'emploi public (secteur institutionnel S.13). Chacune des composantes de l'emploi public régional évolue comme la composante nationale, l'emploi de la branche LM étant obtenu par solde.

## 6.6. La population active occupée et le chômage

L'emploi intérieur total dans chaque région ( $j_N$ ) est la somme de l'emploi salarié marchand et non marchand (sections 6.1 et 6.5) et de l'emploi indépendant (section 6.4) dans l'ensemble des branches d'activité.

Au départ de l'emploi intérieur, des différents flux entrants et sortants de navetteurs (section 6.3), et de travailleurs frontaliers<sup>52</sup>, on déduit la population active occupée (ou emploi au lieu de domicile) de la région  $j$  :

$$\begin{aligned}
 B_{PWZ} &= B_N - B_{PEPMV} - B_{PEPMW} + V_{PEPMB} + W_{PEPMB} + B_{EFX} - B_{EFM} \\
 V_{PWZ} &= V_N - V_{PEPMB} - V_{PEPMW} + B_{PEPMV} + W_{PEPMV} + V_{EFX} - V_{EFM} \\
 W_{PWZ} &= W_N - W_{PEPMV} - W_{PEPMW} + B_{PEPMW} + V_{PEPMW} + W_{EFX} - W_{EFM}
 \end{aligned} \tag{21}$$

avec,

- $k_{PEPMj}$  le flux de navettes sortantes de la région de domicile  $j$  vers la région  $k$  ;
- $j_{EFX}$  le flux de navettes de travailleurs frontaliers sortant de la région de domicile  $j$  ;
- $j_{EFM}$  le flux de navettes de travailleurs frontaliers entrant dans la région  $j$ .

La population active ( $j_{NAT}$ ) de chaque région étant supposée exogène, le nombre de chômeurs dans chaque région est par définition :

$$j_U = j_{NAT} - j_{PWZ} \tag{22}$$

<sup>52</sup> Pour ces derniers flux régionaux (entrants et sortants), on fait l'hypothèse que leur nombre évolue comme le total national. Celui-ci étant exogène, le comportement des frontaliers est indépendant des mesures de politique économique simulée en variante.

## 7. Les revenus des ménages par région

Le revenu disponible brut agrégé des ménages ( $j\_YDH$ ) est le principal déterminant de la consommation des ménages et de l'investissement en logements dans chaque région. Ce chapitre décrit comment est calculé cet agrégat au sein du modèle.

### 7.1. Le revenu disponible total des ménages

Le revenu disponible brut agrégé de l'ensemble des ménages résidents de la région  $j$  est par définition la somme du revenu disponible net ( $j\_YDNH$ ) et de la consommation de capital fixe des ménages<sup>53</sup> ( $j\_DPUH$ ) :

$$j\_YDH = j\_YDNH + j\_DPUH \quad (23)$$

Le revenu disponible net des ménages est calculé comme suit :

$$j\_YDNH = j\_OSH + j\_REMI\_NET + j\_S14RD11 + j\_IDH + j\_SBH - j\_S14ED5 - j\_S14ED61 + j\_OCUH \quad (24)$$

où :

- $j\_OSH$  est l'excédent brut d'exploitation des ménages ;
- $j\_REMI\_NET$  est le revenu agrégé des travailleurs non salariés (les indépendants) ;
- $j\_S14RD11$  est le total des salaires et traitements bruts ;
- $j\_IDH$  est le revenu net de la propriété des ménages (dividendes, intérêts, loyers) ;
- $j\_SBH$  représente les prestations sociales (autres que les transferts sociaux en nature) ;
- $j\_S14ED5$  est la somme de l'impôt des personnes physiques et des autres impôts courants ;
- $j\_S14ED61$  représente les cotisations de sécurité sociale versées par les ménages ;
- $j\_OCUH$  est le solde des autres transferts courants.

Dans ce qui suit nous donnons brièvement, pour chacune des composantes du revenu disponible, les principes qui ont été suivis pour élaborer le bloc des comptes de revenus des ménages par région.

### 7.2. Excédent d'exploitation et revenu mixte

L'excédent d'exploitation des ménages ( $j\_OSH$ ) se compose principalement des revenus provenant des immeubles donnés en location et des loyers imputés des propriétaires occupant leur propre logement. Pour chaque région, une équation estimée lie son évolution à celle de la valeur ajoutée régionale du secteur marchand.

---

<sup>53</sup> Essentiellement, la dépréciation de la valeur des logements.

Le revenu mixte des indépendants dans chaque région ( $j\_REMI\_NET$ ) est projeté à l'aide d'une équation autorégressive faisant intervenir les variables explicatives (endogènes) suivantes : le nombre d'indépendants de la région et la valeur ajoutée régionale du secteur marchand.

### 7.3. Salaires et traitements bruts

Pour chaque branche d'activité régionale, la masse salariale au lieu de travail est endogène et déterminée simultanément par le bloc de marché du travail (voir section 6.2) et la demande de travail sectorielle (voir section 5.3). Après agrégation sur l'ensemble des branches d'activité, une équation détermine, pour toute région, l'ensemble des salaires et traitements bruts au lieu de domicile ( $j\_S14RD11$ ) comme la somme des trois masses salariales suivantes (endogènes) :

- la masse salariale des résidents qui travaillent dans leur région de domicile ;
- les deux masses salariales des résidents qui font la navette domicile-travail vers l'une des deux autres régions (voir section 6.3).

### 7.4. Revenus nets de la propriété

Par manque d'informations suffisantes pouvant expliquer de façon satisfaisante le comportement des différents agrégats de revenus de la propriété ( $j\_IDH$ ) par région, chacun de ceux-ci est projeté comme un montant moyen national par habitant (adulte) multiplié par la population adulte régionale (exogène). Leur valeur est dès lors inchangée lorsqu'on simule des variantes de politique économique (voir Baudewyns et Lutgen, 2022)<sup>54</sup>.

### 7.5. Prestations sociales autres que transferts sociaux en nature

En Belgique, les prestations sociales ( $j\_SBH$ ) sont en très grande partie celles de sécurité sociale en espèces : indemnités maladie-invalidité, chômage, prépensions, interruptions de carrière, pensions de retraite et de survie, maladies professionnelles, allocations pour fermetures d'entreprises, etc.

Le principe général suivi est de décomposer tout montant  $M$  d'une allocation versée, dans toute région, comme le produit de trois éléments :

$$j\_M = j\_N \times A \times ZJ$$

où

- $A$  est l'allocation moyenne par bénéficiaire avant indexation au niveau national (exogène) ;
- $N$  est le nombre de bénéficiaires dans la région (endogène) ;
- $ZJ$  est le coefficient d'indexation national, lui-même fonction de l'indice santé (endogène).

---

<sup>54</sup> Il y a une seule exception à cette règle : les dividendes, qui évoluent comme l'excédent net d'exploitation de l'ensemble des branches marchandes belges.

Cette identité est transformée en taux de croissance pour projeter chaque poste de prestations sociales<sup>55</sup>.

Dans le cas des allocations de chômage, le nombre de bénéficiaires au lieu de résidence est une fonction de l'emploi régional (endogène) et des navettes (endogènes), si bien qu'en variante, le montant des allocations de chômage se modifiera bien en fonction des variations du nombre de chômeurs et de l'indice santé induites par le choc.

Pour chacun des postes de prépensions et de pensions de retraite, le nombre de bénéficiaires dans chaque région est une projection *top-down* d'un nombre national exogène de sorte qu'en variante le montant agrégé de (pré)pensions se modifie uniquement comme l'indice santé (via ZJ).

Cette dernière façon de procéder a également été appliquée aux montants d'assistance sociale (hors allocations familiales) tels que le revenu garanti aux personnes âgées, les allocations aux handicapés ou les pensions de guerre.

## 7.6. Impôt des personnes physiques et autres impôts courants

L'impôt des personnes physiques<sup>56</sup> payé par les ménages résidant dans la région  $j$  est fonction de plusieurs éléments ayant une dynamique régionale propre. Il s'agit :

- d'une variable proxy de la base imposable des ménages résidant dans cette région, laquelle est calculée par catégorie de contribuables (salariés, indépendants, allocataires sociaux) ;
- d'une proxy du nombre de contribuables résidant dans cette région (par exemple, la population active occupée salariée de la région  $j$ ) ;
- d'un coefficient de progressivité propre à chaque région : cette élasticité régionale (projetée dans le modèle) de l'impôt réel par tête à la base imposable réelle par tête est calculée, en observation, à partir des statistiques fiscales de Statbel ;
- de l'évolution des dépenses fiscales supposées constantes en termes réels et par tête (hors mesures).

Les autres impôts courants constituent une très petite partie de l'ensemble des impôts payés par les ménages (de 2 à 4% en fonction de la région). Ils comprennent notamment la taxe de circulation payée par les ménages et sont directement fournis par le bloc de finances publiques intégré au modèle.

## 7.7. Cotisations sociales à la charge des ménages

Un peu moins de 80% des cotisations sociales à la charge des ménages sont payées par les salariés. Pour chacune des régions, celles-ci sont déterminées en multipliant les salaires bruts au lieu de résidence (voir section 7.3) par un taux moyen de prélèvement national (équation en taux de croissance). Le même principe est appliqué aux revenus des indépendants (voir section 7.2), pour déduire le montant des cotisations sociales effectives que ceux-ci versent.

<sup>55</sup> Un (léger) recalibrage des montants régionaux doit généralement avoir lieu, afin de garder une cohérence parfaite avec le module de finances publiques.

<sup>56</sup> La méthodologie suivie pour modéliser l'impôt des personnes physiques dans HERMREG est identique à celle suivie dans HERMES : voir Frogneux et Saintrain (2016).

## 8. Bibliographie

- Al-Eyd, A., Barrell, R., Buslei, H., Davis, E. P., Mouratidis, K., Pomerantz, O., Steiner, V. et Weale, M. (2006), *Assessing the factors of resilience of private consumption in the euro area: a macroeconomic perspective* (Final Report prepared by the National Institute of Economic and Social Research for the DG-ECFIN) in: Servaas Deroose ed., *European Economy - Economic paper 2008-2015 n°252*, Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), European Commission, Juin.
- Allard-Prigent, C., Audenis, C., Berger, K., Carnot, N., Duchêne, S. et Pesin, F. (2002), *Présentation du modèle Mésange : Modèle Économétrique de Simulation et d'Analyse Générale de l'Économie*, Document de travail, Ministère de l'économie des finances et de l'industrie, Direction de la Prévision, Mai.
- Avonds, A., Hertveldt, B. et Van den Cruyce, B. (2021), *Elaboration du tableau entrées-sorties interrégional pour l'année 2015 : sources des données et méthodologie*, Working Paper 7-21, Bureau fédéral du Plan, Juin.
- Bardaji, J., Campagne, B., Khder, M., Lafféter, Q., Simon, O., Dufernez, A.-S., Elezaar, C., Leblanc, P., Masson, E. et Partouche, H. (2017), *Le modèle macroéconométrique Mésange : réestimation et nouveautés*, Document de travail G 2017/04, Direction des Etudes et Synthèses Economiques, Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques, Mai.
- Bassilière, D., Bossier, F., Caruso, F., Hendrickx, K., Hoorelbeke, D. et Lohest, O. (2008), *Élaboration d'un modèle de projections régionales – Une première application du modèle HERMREG aux perspectives économiques nationales 2007-2012*, Bureau fédéral du Plan, Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, Studiedienst van de Vlaamse Regering et Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique, Janvier.
- Bassilière, D., Baudewyns, D., Bossier, F., Bracke, I., Lebrun, I., Stockman, P. et Willemé P. (2013), *A new version of the HERMES model - HERMES III*, Working Paper 13-13, Bureau fédéral du Plan, Novembre.
- Baudewyns, D. et Lutgen, V. (2022), *Le fonctionnement du modèle HERMREG bottom-up - Description à l'aide de variantes*, Working Paper 2-22, Bureau fédéral du Plan, Janvier.
- Blanchard, O. (2017), *Sur les modèles macroéconomiques*, Revue de l'OFCE, n°153, pp. 317-325.
- Blot, C. et Cochard, M. (2008), *L'énigme des exportations revisitée. Que faut-il retenir des données de panel ?*, Revue de l'OFCE, n°106, pp. 67-100.
- Bureau fédéral du Plan, Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique et Statistiek Vlaanderen (2020), *Perspectives économiques régionales 2020-2025*, Juillet.
- Bureau fédéral du Plan, Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique et Statistiek Vlaanderen (2021), *Perspectives économiques régionales 2021-2026*, Juillet.

- Cabannes, P.-Y., Erkel-Rousse, H., Klein, C., Lalanne, G., Monso, O., Pouliquen, E. et Simon, O. (2012), *Survol de Mésange : un modèle macroéconomique à l'usage du praticien*, Economie et Statistique, n°451-453, pp. 179-216.
- Centraal Planbureau (2010), *SAFFIER II; 1 model voor de Nederlandse economie, in 2 hoedanigheden, voor 3 toepassingen*, CPB Document n°217, Décembre.
- De Ketelbutter, B., Dobbelaere, L. et Vanhorebeek, F. (2007), *Foreign trade in Modtrim*, Working Paper 10-07, Bureau fédéral du Plan, Septembre.
- Erlandsen, S. et Nymoén, R. (2008), *Consumption and population age structure*, Journal of Population Economics, Vol. 21, n°3, pp. 505–520.
- Frogneux, V. et Saintrain, M. (2016), *La modélisation de l'impôt des personnes physiques dans les modèles macroéconomiques de court et moyen terme du BFP – Adaptation des modèles suite à la 6è réforme de l'Etat et au SEC 2010*, Working Paper 4-16, Bureau fédéral du Plan, Mars.
- Ledent, P. (2009), *Le Belge face à l'épargne*, Focus on the Belgian economy, ING Belgique, Novembre.
- Stockman, P. (2007), *Wage and age related employers' SSC cuts and wage subsidies in the 2007 vintage of HERMES*, Working Paper 12-07, Bureau fédéral du Plan, Septembre.