

## **Le modèle Avionic : la modélisation input/output des comptes nationaux**

**Alexandre BOURGEOIS - Antonin BRIAND**





Institut national de la statistique et des études économiques

---

G2019/02

**Le modèle Avionic :  
la modélisation input/output des comptes nationaux**

---

Alexandre BOURGEOIS    Antonin BRIAND\*

Avril 2019

---

Département des Études Économiques – Timbre G201  
88, avenue Verdier – CS 70 058 – 92 541 MONTROUGE CEDEX – France  
Tél. : 33 (1) 87 69 59 54 – E-mail : [d3e-dg@insee.fr](mailto:d3e-dg@insee.fr) – Site Web Insee : <http://www.insee.fr>

*Ces documents de travail ne reflètent pas la position de l'Insee et n'engagent que leurs auteurs.  
Working papers do not reflect the position of INSEE but only their author's views.*

---

\* Insee-Dese – Département des Comptes nationaux - Division « Synthèse des biens et services »

Remerciements pour leurs relectures et leur appui : Lorraine Aeberhardt, Charline Babet, Michel Braibant, Alain Gallais, Marion Loulmet, Ronan Mahieu, Aurélien Poissonnier, Isabelle Remond-Tiedrez.

Remerciements pour les stagiaires (sans qui la partie internationale, notamment, ne serait pas si complète) : Sarah Oulkadi, César Poux, et Antoine Pointeaux. Ainsi que pour le groupe de travail ENSAI constitué de Imane Bouzid, Vincent Davoine, et Martin Masson.

# Le modèle Avionic (Analyse variantielle input/output nationale importée et en contenus) : la modélisation input/output des comptes nationaux

## Résumé

Ce document présente le modèle Avionic (Analyse variantielle input/output nationale importée et en contenus) développé au département des comptes nationaux de l'Insee. Le modèle s'appuie sur les tableaux entrées-sorties symétriques français, afin de proposer trois types de modélisations : l'estimation des montants d'importations ou de valeur ajoutée générés par une composante de la demande finale (modélisation en contenus de la demande finale) ; l'effet sur la production et les importations d'un choc exogène sur la demande finale française (modélisation d'une variation de la demande finale) ; et enfin l'effet sur le prix de production d'un choc exogène sur le prix des intrants (modélisation de variation de prix). Le modèle est applicable à un niveau détaillé de la nomenclature (niveau G, 138 produits). Sa modélisation en prix est assez novatrice car elle intègre des coefficients de transmission des prix qui traduisent le fait que la propagation d'une hausse de prix dépend dans chaque branche, du comportement des entreprises. Le modèle permet aussi d'envisager des extensions en mobilisant des données variées (données d'emploi, de matières...). Enfin le modèle s'adapte aux bases de données internationales développées récemment à l'OCDE (TiVA) ou à Eurostat (Figaro) qui s'appuient sur des TES inter-pays.

**Mots-clés** : comptes nationaux, modèle input/output, contenus, variations, valeur ajoutée, importations, TES inter-pays, TiVA, Figaro

---

## AVIONIC (Variantial Input/Output Analysis, National Imported and Content): The Input/Output Model of National Accounts

### Abstract

This document presents the AVIONIC model (Variantial Input/Output National Analysis Imported and Content) developed at the national accounts department of INSEE. The model is based on French symmetric input-output tables, in order to propose three types of modeling: the estimation of the amounts of imports or value added generated by a component of the final demand (modeling in content of the final demand); the effect on production and imports of an exogenous variation on French final demand (modeling of a variation in final demand); and finally, the effect on the price of production of an exogenous variation on the price of inputs (modeling of price variation). The model is applicable at a detailed level of the nomenclature (level G, 138 products). Its price modeling is quite innovative because it includes price transmission coefficients that reflect the fact that the spread of a price increase depends on the behavior of the companies in each branch. The model also allows to consider extensions by mobilizing various data (employment data, materials...). Finally, the model adapts to international databases developed recently at the OECD (TiVA) or at Eurostat (Figaro), which rely on inter-country TES.

**Keywords**: national accounts, input/output model, contents, variations, value added, imports, inter-country TES, TiVA, Figaro

**Classification JEL** : D31, E21

# Table des matières

Synthèse.....	5
Partie 1 - Le modèle théorique.....	9
I – Modéliser les effets de variations de la demande finale.....	9
1) Les variations de production et d'importations.....	10
2) Les variations en facteur travail.....	11
II – Modéliser les contenus des composantes de la demande finale.....	12
1) Les contenus en importation.....	12
2) Les contenus en valeur ajoutée domestique.....	13
3) Les contenus en facteur travail.....	14
III – Modéliser l'effet de variations des prix de production.....	15
1) Le modèle simple avec transmission complète des prix.....	15
2) Le modèle avec coefficients de transmission des prix.....	18
Partie 2 - Les hypothèses et limites du modèle.....	22
I – Éléments généraux, transversaux aux trois types de modélisation.....	22
1) Quels sont les apports d'Avionic ?.....	22
2) Le modèle repose sur trois principales hypothèses techniques.....	23
3) Le modèle repose sur quatre principales hypothèses conceptuelles qui découlent des hypothèses techniques.....	24
4) Avionic est un modèle descriptif et sans bouclages.....	26
II – Éléments spécifiques à chaque modélisation.....	27
1) Éléments spécifiques à la modélisation de variation de demande finale.....	27
2) Éléments spécifiques à la modélisation en contenus de la demande finale.....	28
3) Éléments spécifiques à la modélisation de variation du prix de production.....	29
III – Les effets d'agrégation.....	32
Partie 3 - Les bases de données internationales.....	34
I – Les bases de données internationales dans le modèle <i>Avionic</i> .....	34
II – Les bases de données internationales dans les différentes modélisations d' <i>Avionic</i> .....	35
1) Les bases internationales dans la modélisation en variation de demande finale.....	35
2) Les bases internationales dans la modélisation en contenus.....	36
3) Les bases internationales dans la modélisation en prix.....	36
Partie 4 - Premiers résultats du modèle <i>Avionic</i> .....	39
I – La modélisation en variation de demande finale.....	39
II – La modélisation en contenus de la demande finale.....	39
III – L'impact de variations des prix de production.....	41
Bibliographie.....	42
Annexe 1 - La construction du TES symétrique.....	45
1) La matrice de production (ressources).....	45
2) Le tableau des entrées intermédiaires symétrique (TEI produit*produit).....	46
3) Le passage au prix de base (emplois).....	46
4) Le partage importé - domestique du TES symétrique.....	47
Annexe 2 - Les TES symétriques inter-pays.....	48
1) Présentation et contexte.....	48
2) Examen approfondi de la notion de production pour mieux comprendre les enjeux des TEI inter-pays.....	49
3) De la difficulté de construire un TES inter-pays : le cas du projet FIGARO (Eurostat).....	50
Annexe 3 - Analyse des biais d'agrégation.....	52
La structure des coefficients techniques.....	52
Résultats sur l'agrégation de la modélisation en variation de demande finale.....	52
Les résultats.....	52
Le temps d'exécution du programme.....	53
Annexe 4 - Le compte des ménages par catégories.....	54
1/ Présentation et contexte.....	54
2/ Les données disponibles.....	54
3) Comment utiliser ces ventilations avec <i>Avionic</i> ?.....	54
4/ Les étapes pratiques en sortie d' <i>Avionic</i> pour utiliser le compte des ménages par catégories.....	55
Annexe 5 - Les données disponibles.....	56
1) Les données disponibles à l'Insee.....	56
2) Les données disponibles dans les autres organismes internationaux.....	56

Annexe 6 - Compléments sur la modélisation en prix et la construction des coefficients de transmission.....	57
1) Présentation théorique et résultats de la littérature.....	57
1.1 Rigidité et deep habits : éléments de théorie.....	57
1.2 Premiers résultats empiriques.....	58
2) Méthode d'estimation des coefficients.....	59
2.1 Équations et données.....	59
2.2 Hypothèses et robustesse.....	59
3) Résultats.....	60

## Synthèse

Le modèle Avionic (Analyse variantielle Input/Output nationale en importations et en contenus) développé au département des comptes nationaux de l'Insee a l'ambition de valoriser les données détaillées produites en matière de biens et services lors des campagnes de comptes ainsi que les travaux et développements récents dont elles ont fait l'objet : TES inter-pays dans le cadre de l'analyse des chaînes de valeurs mondiales ou encore ventilation du compte des ménages par catégories.

La source de données principale de la modélisation Input/Output Avionic est le tableau entrées-sorties (TES) symétrique<sup>1</sup>. Contrairement au TES « classique » où les emplois sont valorisés au prix d'acquisition, ces derniers sont valorisés symétrique au prix de base (montant que le producteur reçoit de l'acheteur) dans le TES symétrique. Conséquence de ce choix de valorisation, le TES symétrique n'intègre ni les marges de commerce et de transport (qui interviennent dans la valorisation aux prix d'acquisition des emplois de biens), ni les impôts et subventions sur les produits qui permettent de passer de la valeur ajoutée totale au prix de base au PIB. Le TES symétrique présente en outre une ventilation du tableau des entrées intermédiaires (TEI) en produit\*produit et sépare l'ensemble des ressources et des emplois de l'économie en deux parties : une partie provenant de la production domestique et une partie provenant des importations.

Le cadre théorique du modèle Avionic, basé sur l'exploitation des TES symétriques nationaux ou internationaux, consiste donc à expliciter l'équilibre entre les ressources et les emplois valorisés au prix de base pour chaque produit de l'économie. De ce fait, il repose sur l'égalité suivante :

$$P + M = CI + DF$$

P : la production domestique; M : les importations ; CI : les consommations intermédiaires ; DF : la demande finale

Le TES symétrique est également décomposé en une partie domestique et une partie importée, soit :

$$P = CI^d + DF^d$$

$CI^d$  : les consommations intermédiaires en produits domestiques ;  $DF^d$  : la demande finale en produits domestiques

$$M = CI^m + DF^m$$

$CI^m$  : les consommations intermédiaires en produits importés ;  $DF^m$  : la demande finale en produits importés

Une matrice des coefficients techniques est en outre définie à partir de la matrice des consommations intermédiaires. Dans cette matrice, le coefficient technique  $A_{ij}$  représente la quantité de produits  $i$  nécessaire pour la production domestique d'une unité de produit de la branche  $j$ . Les coefficients techniques sont calculés séparément pour les consommations intermédiaires de biens et services produits sur la territoire national et de biens et services importés.

$$A^d = \left( \frac{CI_{ij}^d}{P_j} \right) \quad \text{et} \quad A^m = \left( \frac{CI_{ij}^m}{P_j} \right)$$

Soit :

$$CI^d = A^d \cdot P \quad \text{et} \quad CI^m = A^m \cdot P$$

---

1 Les TES symétriques sont publiés par l'Insee au niveau 38 depuis 2010.

Ce qui conduit aux équations classiques du modèle de Leontief qui représentent respectivement la production et les importations induites par l'ensemble de la demande finale. La demande finale regroupe la consommation finale, la formation brute de capital fixe, les variations de stocks et les exportations ainsi que les cessions-acquisitions d'objets de valeur.

$$P = (I - A^d)^{-1} \cdot DF^d$$

$$M = A^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot DF^d + DF^m$$

Avionic s'appuie sur ce cadre théorique pour proposer trois exercices types de modélisation. Ils reposent sur l'hypothèse que les coefficients techniques s'interprètent comme la forme réduite d'une fonction de production et, à ce titre, sont au moins en première approche invariants. La méthodologie est identique pour les deux premières modélisations et les coefficients sont les mêmes (matrice A). C'est l'interprétation qui diffère notamment entre la modélisation en variation de demande finale et la modélisation en contenus.

Ces trois types de modélisation sont les suivants :

- La **modélisation d'une variation de la demande finale** permet de simuler l'effet sur les ressources de l'économie (production et importations) d'un choc exogène hors effet prix (par exemple, l'impact d'une relance budgétaire sur l'investissement en un produit donné). Le modèle est linéaire : ainsi, un choc exogène de - 200 aura sur la production, l'importation et l'emploi, un impact double et de sens opposé à celui d'un choc de + 100 sur le même élément de la demande finale. L'augmentation de la demande en valeur va entraîner une augmentation de la production et des consommations intermédiaires.
- La modélisation du contenu de la demande finale permet de calculer des montants d'importations ou de valeur ajoutée générés par une composante de la demande finale (consommation des ménages, exportations ou formation brute de capital fixe). En d'autres termes, il s'agit de déterminer le montant d'importations ou de valeur ajoutée nécessaire pour satisfaire la composante de la demande finale retenue. Dit encore autrement, on décompose un emploi final en une partie importée et une partie de valeur ajoutée domestique. La somme des contenus en importations et des contenus en valeur ajoutée correspond à l'emploi final. Il est également possible, selon le même principe, de calculer la quantité de facteur travail générée par une composante de la demande finale : il s'agit alors d'une modélisation en contenus en emplois.
- La **modélisation de variation de prix** permet de simuler un choc exogène sur le prix des intrants (par exemple sur le prix des importations d'un produit donné). Le principe est d'effectuer une variation exogène du prix d'un produit à volume constant, dans un modèle lui aussi linéaire. Les principales hypothèses spécifiques à cette modélisation sont les suivantes :
  - ◆ Chaque agent producteur répercute, intégralement ou partiellement, la hausse en valeur nominale du coût de ses achats (en cas de répercussion intégrale, on travaille donc à valeur ajoutée constante). Les répercussions ne sont pas homogènes, car la propagation de la hausse de prix dépend dans chaque branche du comportement des entreprises. La modélisation s'appuie donc sur des hypothèses de transmission des prix spécifiques à chaque branche.
  - ◆ Les comportements sur les prix n'intègrent aucune dimension d'interaction (élasticités croisées de substitution ou autre entre les branches), ni d'éventuels phénomènes d'endogénéité.

Dans chaque modélisation, on distingue un **effet direct** et un **effet indirect**. Cependant, ces effets ne sont pas formulés de la même manière selon la modélisation retenue :

- Pour la modélisation en contenus (importation, valeur ajoutée ou emploi), l'effet direct représente les importations, la valeur ajoutée ou la quantité de travail qui satisfont directement l'emploi final considéré, sans rentrer dans le processus de production domestique. L'effet indirect représente les importations, la valeur ajoutée ou la quantité de travail transitant par les consommations intermédiaires qui servent, à travers la production domestique, à satisfaire la demande finale.



- Pour les modélisations de variation de demande finale et variation de prix, l'effet direct représente la variation de la production par branche qui répond immédiatement au choc de demande ou de prix. Ainsi, l'effet direct d'un choc de demande sur un produit A intègre l'impact immédiat sur la production et les consommations intermédiaires de la branche A. L'effet indirect prend en compte les conséquences sur les autres branches de l'impact du choc sur les consommations intermédiaires de la branche A.

Pour synthétiser la différence d'approche, les consommations intermédiaires « de premier ordre » sont prises en compte dans l'effet direct pour les modélisations en variation de demande finale et de prix (sinon l'effet direct correspondrait au choc exogène seulement), mais dans l'effet indirect pour la modélisation en contenus.

Les principales hypothèses transversales aux trois approches sont :

- Le modèle est statique : les ajustements sont supposés instantanés dans les modèles d'impact. Il n'existe pas d'effets à retardement ni de variables décalées.
- Le processus de production des produits par les différentes branches est homogène, quelle que soit l'utilisation finale du produit. Cette hypothèse conventionnelle est surtout validée lorsque l'on travaille à un niveau de nomenclature détaillé (ce qui est recommandé) : à un niveau fin de nomenclature, le nombre d'emplois est en général limité.
- Les rendements sont supposés constants (coefficients techniques fixes) : pour produire une unité supplémentaire d'un produit, il faut mobiliser toujours la même quantité de consommations intermédiaires domestiques ou importées. La fixité des coefficients est supposée pour toutes les consommations intermédiaires qu'elles soient d'origine nationale ou importée. Cette hypothèse suppose l'absence de progrès technique au sein du modèle (ce qui est conforme à sa nature statique) et implique que les conditions d'approvisionnement ne sont pas modifiées. En cas de demande supplémentaire, il n'y a ni baisse des stocks, ni apparition de goulots d'étranglement. De même, on suppose qu'il n'y a pas de limitations ou contraintes à l'importation dans le modèle.

Par ailleurs, Avionic est un modèle descriptif et sans bouclages :

- Il peut être classé parmi les modèles d'équilibre partiel et retrace la structure de l'économie au point d'équilibre où elle aura assimilé le choc exogène, sans préciser pour autant le chemin suivi pour atteindre cet équilibre (statique comparative).
- Le modèle sert à décrire la structure productive et les réactions de l'économie à un choc en équilibre partiel..
- Il ne tient pas compte des éventuelles modifications de comportements (effets de substitution entre produits ou variations des parts d'importations) qui interviennent suite au choc.
- Il ne raisonne que sur les biens et les services, sans tenir compte des implications financières éventuelles des chocs : les effets multiplicateurs de dépenses transitant par les revenus et l'investissement ne sont pas traités, et les incidences en termes de consommation de capital fixe sont négligées.

Ce modèle présente **plusieurs intérêts** :

- Le modèle construit ici est applicable à un niveau détaillé de la nomenclature (niveau G, 139 produits), plus fin que ce qui a pu être construit par ailleurs. Certaines hypothèses mentionnées ci-dessus (stabilité et homogénéité du processus de production notamment) sont davantage robustes à un niveau fin qu'à un niveau agrégé. Le fait de travailler à nomenclature détaillée permet également d'être plus précis sur la diffusion des chocs dans l'économie.
- Il s'adapte aux bases de données internationales développées notamment à l'OCDE (TiVA) ou à Eurostat (Figaro) sur les 3 types de modélisations.

- La modélisation en prix proposée est peu utilisée dans les modèles input/output traditionnels. Le modèle propose des coefficients de transmission des prix déterminés de manière précise avec les données des comptes nationaux trimestriels.

Au-delà de la description de l'économie nationale à travers le TES, se sont développées, depuis une quinzaine d'années, des méthodologies s'appuyant sur des TES symétriques inter-pays (ou tableaux internationaux inter-pays). Cela permet notamment de faciliter l'analyse des chaînes de valeur mondiales et l'insertion des pays dans celles-ci. Les TES inter-pays ont été construits en priorité dans l'objectif d'analyser et de suivre les chaînes de valeurs mondiales et leur fragmentation. Leur construction a nécessité des efforts importants pour réconcilier les exports de chaque pays et les imports des pays destinataires.

Toutefois ce cadre peut être utilisé à d'autres fins, et notamment pour réaliser des simulations Input/Output plus classiques comme celles que propose Avionic. En effet, là où les TES symétriques classiques sont habituellement décomposés en un TES domestique et un TES importé, les TES inter-pays permettent d'aller plus loin et de décomposer les TES symétriques en un TES domestique et un TES importé lui-même décomposé en un TES par pays de provenance des imports.

Le fait de disposer d'une ventilation des TES symétriques importés par pays d'origine constitue une ventilation supplémentaire qu'il est possible de mobiliser dans Avionic, par exemple pour déterminer la ventilation du contenu en importation d'un produit donné selon les pays exportateurs (à titre direct et indirect).

En France en 2015, 18,7 % de l'ensemble de la consommation des ménages est importée, pour moins de la moitié de manière directe (8,7 %) et pour un peu plus de manière indirecte (9,9 %). Ce taux relativement faible de contenus importés masque toutefois une forte hétérogénéité entre types de produits.

En effet, la consommation en biens manufacturés contient plus de 2/3 d'importations. La consommation en services contient, elle, moins de 10 % d'importations (et 9/10 importés indirectement).

Pour certains biens, la part de la consommation importée est très élevée. A titre d'exemple, le contenu importé de la fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure représente 86,5 % de la consommation (il s'agit pour les 9/10 des contenus directs). Pour d'autres biens, cette part est plus faible, par exemple pour la fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac, avec un contenu importé de 40 % (qui est à 55 % direct et 45 % indirect).

Pour les services, le contenu en importation est en général assez faible, et principalement de type indirect. En effet, ces activités sont le plus souvent réalisées par les résidents, même si ceux-ci peuvent utiliser notamment des matériels étrangers, ou des composants étrangers, pour mener à bien leurs activités.

Les produits consommés en France ont un contenu importé qui vient principalement d'Allemagne (15,7 %) puis d'Italie (8,6 %), d'Espagne (8,3 %), des États-Unis (7,4 %) et de Grande-Bretagne (7,2 %). Les contenus importés d'Allemagne sont supérieurs à 10 % pour presque tous les produits. À l'inverse, les contenus importés de certains pays sont plus ciblés sur certains produits. C'est le cas par exemple des métaux de base provenant de Belgique, des produits pétroliers et combustibles nucléaires importés de Russie, des équipements électroniques et optiques provenant de Suisse, ou encore des services d'intermédiation financière provenant du Luxembourg.

## Partie 1 - Le modèle théorique

### I – Modéliser les effets de variations de la demande finale

Le modèle Avionic est basé sur l'exploitation des TES symétriques<sup>2</sup> (annexe 1) nationaux et internationaux. Dans les TES symétriques, les équilibres entre les ressources et les emplois nationaux (ERE) sont valorisés au prix de base, alors que les emplois finals sont habituellement valorisés au prix d'acquisition dans les TES « classique ».

Les TES symétriques reposent sur l'égalité suivante :

$$P + M = CI + DF \quad (1)$$

où P : la production nationale (produit (\branche))

M : les importations

CI : les consommations intermédiaires (produit x produit (\branche))

DF : la demande finale (produit) : consommation des ménages, investissement, exportations, etc.

Le TES symétrique est dans un second temps décomposé en une partie domestique et une partie importée, soit :

$$P = CI^d + DF^d \quad (2a)$$

$$M = CI^m + DF^m \quad (2b)$$

où CI<sup>d</sup> : les consommations intermédiaires en produits domestiques (produit x produit (\branche))

CI<sup>m</sup> : les consommations intermédiaires en produits importés (produit x produit (\branche))

DF<sup>d</sup> : la demande finale en produits domestiques (produit)

DF<sup>m</sup> : la demande finale en produits importés (produit)

La matrice des coefficients techniques est ensuite définie à partir de la matrice des consommations intermédiaires. Les coefficients techniques sont calculés séparément pour la partie domestique et la partie importée. Le coefficient technique  $A_{ij}$  représente la quantité de produits i nécessaire pour produire une unité de produit de la branche j.

$$A^d = \left( \frac{CI_{ij}^d}{P_j} \right) \quad \text{et} \quad A^m = \left( \frac{CI_{ij}^m}{P_j} \right) \quad (3a) \text{ et } (3b)$$

Hypothèse : Les branches mobilisant des facteurs de production homogènes, les coefficients techniques sont considérés comme stables lors d'une simulation. Si cette hypothèse paraît raisonnable à court terme, elle doit être utilisée avec précaution à moyen terme (voir partie 2 – hypothèses et limites).

$$CI^d = A^d \cdot P \quad \text{et} \quad CI^m = A^m \cdot P \quad (4a) \text{ et } (4b)$$

En insérant les équations (4) dans les équations (2), on obtient :

$$P = A^d \cdot P + DF^d \quad (5a)$$

$$M = A^m \cdot P + DF^m \quad (5b)$$

Soit :

2 La spécificité des TES symétriques vient du fait qu'ils comprennent une matrice de production produit\*branche et un tableau des entrées intermédiaires produit\*produit. Pour éviter toute confusion, lorsque nous parlerons des produits en colonne (qui sont des branches dans un TES français), nous le spécifierons avec la notation : produit (\branche).

$$P = (I - A^d)^{-1} \cdot DF^d \quad (6a)$$

$$M = A^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot DF^d + DF^m \quad (6b)$$

Les équations (6a) et (6b) représentent respectivement la production et les importations induites par l'ensemble de la demande finale. La demande finale regroupe la consommation finale, la formation brute de capital fixe, les variations de stocks et les exportations (ainsi que d'autres petits postes comme les objets de valeur).

### 1) Les variations de production et d'importations

Pour faire face à une variation exogène de la demande finale, la production (resp. importation) correspondante en réponse à cette hausse de la demande se définit ainsi :

$$\Delta P = (I - A^d)^{-1} \cdot \Delta DF^d \quad (7a)$$

$$\Delta M = A^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot \Delta DF^d + \Delta DF^m \quad (7b)$$

La variation de la production (resp. importation) se décompose en deux effets : un effet direct et un effet indirect (Miller et Blair, 2009). L'effet direct représente la variation de la production par branche qui répond immédiatement au choc de demande. Ex : La hausse de la demande en produit voiture va avoir pour effet une augmentation de la production du produit (\branche) voiture ainsi que des consommations intermédiaires du produit (\branche) voiture. L'effet indirect représente la variation de la production due aux consommations intermédiaires des branches précédentes ainsi que les variations de production dues à ces dernières consommations intermédiaires et ainsi de suite. Ex : La hausse de la demande du produit voiture va augmenter la production du produit (\branche) gomme à travers le produit pneu et ainsi de suite.

Soit l'approximation matricielle suivante :

$$(I - A)^{-1} = I + A + A^2 + \dots + A^n \quad (8)$$

Le développement est possible, à titre pédagogique, puisque la matrice des coefficients techniques est composée de montants proches de 0.

En insérant l'équation (8) dans (7a), on détermine les variations directes et indirectes de la production :

$$\begin{aligned} \Delta P &= (I + A^d + A^{d2} + \dots + A^{dn}) \cdot \Delta DF^d \\ \Delta P &= (I + A^d) \cdot \Delta DF^d + (A^{d2} + \dots + A^{dn}) \cdot \Delta DF^d \\ \Delta P &= \underbrace{(I + A^d) \cdot \Delta DF^d}_{\text{Effet direct}} + \underbrace{[(I - A^d)^{-1} - I - A^d] \cdot \Delta DF^d}_{\text{Effet indirect}} \end{aligned} \quad (9a)$$

D'où les variations directes et indirectes de la production :

$$\Delta P_{\text{directe}} = (I + A^d) \cdot \Delta DF^d \quad (10a)$$

$$\Delta P_{\text{indirecte}} = [(I - A^d)^{-1} - I - A^d] \cdot \Delta DF^d \quad (10b)$$

De même, en insérant l'équation (8) dans l'équation (7b), on détermine les variations directes et indirectes des importations :

$$\Delta M = A^m \cdot (I + A^d + A^{d2} + \dots + A^{dn}) \cdot \Delta DF^d + \Delta DF^m$$

$$\Delta M = A^m \cdot \Delta DF^d + (A^m \cdot A^d + A^m \cdot A^{d^2} + \dots + A^m \cdot A^{dn}) \cdot \Delta DF^d + \Delta DF^m$$

$$\Delta M = \underbrace{A^m \cdot \Delta DF^d + \Delta DF^m}_{\text{Effet direct}} + \underbrace{[A^m \cdot (I - A^d)^{-1} - A^m] \cdot \Delta DF^d}_{\text{Effet indirect}} \quad (9b)$$

D'où les variations directes et indirectes des importations :

$$\Delta M_{\text{directe}} = A^m \cdot \Delta DF^d + \Delta DF^m \quad (10c)$$

$$\Delta M_{\text{indirecte}} = (A^m \cdot (I - A^d)^{-1} - A^m) \cdot \Delta DF^d \quad (10d)$$

## 2) Les variations en facteur travail

À partir de l'équation (6a), il est possible de définir la variation du nombre d'emplois (facteur travail) induite par une variation de la demande finale.

On pré-multiplie de chaque côté par la matrice diagonale  $W/P$  qui représente la quantité de facteur travail (en équivalent temps plein ou nombre d'heures travaillées) dans une unité de production du produit considéré :

$$\left\{ \begin{array}{l} (W/P)_{ii} = W_i / P_i \\ (W/P)_{ij} = 0 \text{ si } i \neq j \end{array} \right\}$$

$$\text{On obtient donc : } W = \frac{W}{P} \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot DF^d \quad (11)$$

Pour faire face à une variation exogène de la demande finale, le nombre d'emploi s'ajuste en tant que facteur de production :

$$\Delta W = \frac{W}{P} \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot \Delta DF^d \quad (12)$$

Comme précédemment, on peut décomposer cette variation en une variation directe et une variation indirecte :

$$\Delta W = \underbrace{\frac{W}{P} \cdot (I + A^d) \cdot \Delta DF^d}_{\text{Contenu direct}} + \underbrace{\frac{W}{P} [(I - A^d)^{-1} - I - A^d] \cdot \Delta DF^d}_{\text{Contenu indirect}} \quad (9c)$$

D'où les variations directes et indirectes de facteur travail :

$$\Delta W_{\text{directe}} = \frac{W}{P} \cdot (I + A^d) \cdot \Delta DF^d \quad (10e)$$

$$\Delta W_{\text{indirecte}} = \frac{W}{P} [(I - A^d)^{-1} - I - A^d] \cdot \Delta DF^d \quad (10f)$$

## II – Modéliser les contenus des composantes de la demande finale

Remarque : la somme des contenus en importation et des contenus en valeur ajoutée correspond à l'emploi final. Autrement dit, un emploi final se décompose en une partie importée et une partie de valeur ajoutée domestique (encadré 1).

### 1) Les contenus en importation

Les contenus en importation représentent le montant des importations comprises dans une des composantes de la demande finale (consommation des ménages, exportations ou formation brute de capital fixe). En d'autres termes, il s'agit de déterminer le montant d'importations nécessaire pour satisfaire la composante de la demande finale retenue.

Les contenus en importations sont séparés en une composante directe et une composante indirecte :

- Les contenus directs en importation : il s'agit des importations qui satisfont directement l'emploi final considéré, sans rentrer dans le processus de production domestique. Ex : Un ménage achète une voiture produite en Allemagne.
- Les contenus indirects en importations : Ce sont les importations transitant par les consommations intermédiaires qui servent, à travers la production domestique, à satisfaire la demande finale. Ex : L'importation d'acier – utilisé de manière intermédiaire au sein du processus de production – pour produire une voiture produite en France et qui est achetée par un ménage résident.

On rappelle que les consommations intermédiaires et les emplois finals sont décomposés en une partie domestique et une partie importée dans le TES symétrique (équations 2a et 2b). Les coefficients techniques sont calculés comme dans les équations (3a) et (3b). Pour les importations, l'équilibre ressource-emploi est équivalent à l'équation (6b), sauf que l'on extrait ici une seule composante des emplois finals et non le total de la demande finale. On détermine donc seulement la part des importations destinée à l'emploi final considéré :

$$M^f = A^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d + F^m \quad (13)$$

$M^f$  : le contenu en importation de l'emploi final  $F^d$

$A^m$  : matrice des coefficients techniques importés

$A^d$  : matrice des coefficients techniques domestiques

$F^d$  : emploi final sélectionné domestique

$F^m$  : emploi final sélectionné importé

Les matrices d'emplois finals sont diagonales telles que :

$$\begin{cases} F_{ii} = \text{Emploi final en produit } i \\ F_{ij} = 0 \text{ si } i \neq j \end{cases}$$

La matrice  $M^f$  définit donc les contenus en importations. Les termes  $M_{ij}^f$  représentent le montant d'importations nécessaire en produit  $i$  pour satisfaire l'emploi final en produit  $j$ . Les termes  $M_j^f$  (somme de chaque colonne) représentent le montant d'importations nécessaire tous produits confondus pour satisfaire l'emploi final en produit  $j$ . En d'autres termes, il s'agit du contenu en importation du produit  $j$ .

La séparation entre contenu direct et indirect est immédiate à partir de l'équation (11) :

$$M^f = \underbrace{A^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d}_{\text{Contenu indirect}} + \underbrace{F^m}_{\text{Contenu direct}} \quad (14)$$

## 2) Les contenus en valeur ajoutée domestique

Les contenus en valeur ajoutée représentent le montant de valeur ajoutée domestique générée par une des composantes de la demande finale (consommation des ménages, exportations ou formation brute de capital fixe). En d'autres termes, il s'agit de déterminer le montant de valeur ajoutée nécessaire pour satisfaire la composante de la demande finale retenue. Cette valeur ajoutée représente le complémentaire des importations : tout ce qui n'est pas importé est de la valeur ajoutée domestique.

Les contenus en valeur ajoutée sont séparés en une composante directe et une composante indirecte :

- Les contenus directs en valeur ajoutée : il s'agit de la valeur ajoutée qui satisfait directement l'emploi final considéré sans rentrer dans le processus de production domestique. Ex : Un ménage achète une voiture, les contenus directs représentent la valeur ajoutée liée à la production de la voiture.
- Les contenus indirects en valeur ajoutée : Il s'agit de la valeur ajoutée qui transite par les consommations intermédiaires qui servent, à travers le processus de production, à satisfaire la demande finale. Ex : La valeur ajoutée en acier – utilisé de manière intermédiaire au sein du processus de production – pour produire une voiture.

Pour déterminer le contenu en valeur ajoutée, on part de l'équilibre ressource-emploi qui est équivalent à l'équation (6a) :

$$P = (I - A^d)^{-1} \cdot DF^d \quad (15)$$

On pré-multiplie de chaque côté par la matrice diagonale VA/P qui représente la quantité de valeur ajoutée dans une unité de production du produit considéré :

$$\left\{ \begin{array}{l} (VA/P)_{ii} = VA_i / P_i \\ (VA/P)_{ij} = 0 \text{ si } i \neq j \end{array} \right\} \quad (16)$$

On obtient donc :  $VA = \frac{VA}{P} \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot DF^d$  avec  $DF^d = \sum_i F_i^d$

Pour un emploi final domestique  $F^d$ , le contenu en valeur ajouté de cet emploi est :

$$VA^f = \frac{VA}{P} \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d \quad (17)$$

$VA^f$  : Le contenu en valeur ajoutée de l'emploi final  $F^d$ .

VA : la valeur ajoutée qui se définit par branche comme la production branche retranchée du total des consommations intermédiaires de la branche.

Sur le même principe que pour la modélisation en contenus en importations, la matrice d'emploi final est diagonale.

Les termes  $VA_{ij}^f$  représentent le montant de valeur ajoutée nécessaire en produit i pour satisfaire l'emploi final en produit (branche) j. Les termes  $VA_j^f$  (sommes de chaque colonne) représentent le montant de valeur ajoutée nécessaire, tous produits confondus, pour satisfaire l'emploi final en produit (branche) j. En d'autres termes, il s'agit du contenu en valeur ajoutée du produit (branche) j.

La séparation entre contenu direct et indirect est analogue à ce qui est présenté dans l'équation (9a)

$$VA^f = \underbrace{\frac{VA}{P} \cdot F^d}_{\text{Contenu direct}} + \underbrace{\frac{VA}{P} [(I - A^d)^{-1} - I] \cdot F^d}_{\text{Contenu indirect}} \quad (18)$$

**Encadré 1**  
**Démonstration : la somme des contenus en importation et des contenus en valeur ajoutée correspond à l'emploi final**

Soit, d'après (11) et (16)  $M^f = A^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d + F^m$  et  $VA^f = \frac{VA}{P} \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d$

**Montrons que**  $M^f + VA^f = F$  (\*) avec  $F = F^d + F^m$

$$M^f + VA^f = A^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d + F^m + \frac{VA}{P} \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d$$

$$\Leftrightarrow M^f + VA^f = (I - A^d)^{-1} \cdot \left( A^m + \frac{VA}{P} \right) \cdot F^d + F^m$$

$$\Leftrightarrow (*) \text{ si } (I - A^d)^{-1} \cdot \left( A^m + \frac{VA}{P} \right) = I$$

$$(I - A^d)^{-1} \cdot \left( A^m + \frac{VA}{P} \right) = \left( I - \frac{CI^d}{P} \right)^{-1} \cdot \left( \frac{CI^m + VA}{P} \right)$$

Or,  $P = CI + VA = CI^m + CI^d + VA$  soit  $CI^m + VA = P - CI^d$

$$\text{Donc } (I - A^d)^{-1} \cdot \left( A^m + \frac{VA}{P} \right) = \left( I - \frac{CI^d}{P} \right)^{-1} \cdot \left( I - \frac{CI^d}{P} \right) = I \quad (19)$$

### 3) Les contenus en facteur travail

Les contenus en facteur travail représentent le nombre d'emplois (en équivalent temps plein ou en nombre d'heures travaillées) générés par une des composantes de la demande finale (consommation des ménages, exportations ou formation brute de capital fixe). En d'autres termes, il s'agit de déterminer la quantité de travail nécessaire pour satisfaire la composante de la demande finale retenue.

Les contenus en emploi sont séparés en une composante directe et une composante indirecte :

- Les contenus directs en emploi : il s'agit de la quantité de travail qui satisfait directement l'emploi final considéré sans rentrer dans le processus de production domestique. Ex : Un ménage achète une voiture, les contenus directs représentent la quantité de travail nécessaire à la production de la voiture.
- Les contenus indirects en emploi : Il s'agit de la quantité de travail qui transite par les consommations intermédiaires qui servent, à travers le processus de production, à satisfaire la demande finale. Ex : La quantité de travail en acier – utilisé de manière intermédiaire au sein du processus de production – pour produire une voiture.

Pour déterminer le contenu en facteur travail, on part de l'équilibre ressource-emploi qui est équivalent à l'équation (6a) :

$$P = (I - A^d)^{-1} \cdot DF^d$$

On pré-multiplie de chaque côté par la matrice diagonale W/P qui représente la quantité de facteur travail (en équivalent temps plein ou nombre d'heures travaillées) dans une unité de production du produit considéré :



$$\left\{ \begin{array}{l} (W/P)_{ii} = W_i/P_i \\ (W/P)_{ij} = 0 \text{ si } i \neq j \end{array} \right\} \quad (20)$$

On obtient donc :  $W = \frac{W}{P} \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot DF^d$  avec  $DF^d = \sum_i F_i^d$

Pour un emploi final domestique  $F^d$ , le contenu en facteur travail de cet emploi est :

$$W^f = \frac{W}{P} \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d \quad (21)$$

$W^f$  : Le contenu en facteur travail de l'emploi final  $F^d$ .

$W$  : la quantité de travail en équivalent temps plein ou nombre d'heures travaillées nécessaire à la production.

De même que pour la modélisation en contenus en importations ou en valeur ajoutée, la matrice d'emploi final est diagonale.

Les termes  $W_{ij}^f$  représentent la quantité de travail nécessaire en produit  $i$  pour satisfaire l'emploi final en produit (branche)  $j$ . Les termes  $W_j^f$  (sommées de chaque colonne) représentent la quantité de travail nécessaire, tous produits confondus, pour satisfaire l'emploi final en produit (branche)  $j$ . En d'autres termes, il s'agit du contenu en facteur travail du produit (branche)  $j$ .

La séparation entre contenu direct et indirect est analogue à ce qui est présenté dans l'équation (9a) :

$$W^f = \underbrace{\frac{W}{P} \cdot F^d}_{\text{Contenu direct}} + \underbrace{\frac{W}{P} [(I - A^d)^{-1} - I] \cdot F^d}_{\text{Contenu indirect}} \quad (22)$$

### III – Modéliser l'effet de variations des prix de production

#### 1) Le modèle simple avec transmission complète des prix

Le modèle de variation en prix se base sur les mêmes égalités comptables que le modèle de variation en volume. On veut déterminer, pour la variation exogène du prix des ressources d'un seul produit, quelle est la variation du prix des ressources des autres produits (branches). La variation du prix d'un produit se transmet à un autre produit (branche) à travers les consommations intermédiaires. De ce fait, le modèle part du produit le plus fin pour « remonter » au produit fini, contrairement aux deux modélisations précédentes (encadré 2).

On estime que la variation exogène du prix provient d'une variation domestique et/ou importée. Nous faisons l'hypothèse que le prix des intrants domestiques et importés<sup>3</sup> varient de la même façon. Cette dernière hypothèse paraît raisonnable pour la plupart des marchés qui sont internationalisés. Par exemple il paraît raisonnable de considérer que l'augmentation des prix du pétrole aura un effet proche sur le coût des intrants pour l'industrie automobile allemande et française. De plus, on néglige les effets de substitution (cf partie 2 sur les hypothèses et limites) : on raisonne donc à part des importations constante dans les ressources. On utilisera donc un tableau des entrées intermédiaires total (domestique + importé) pour réaliser cette modélisation. Supposons par exemple, que les prix à la production/importation des pneus augmentent de 10 % en France et en Allemagne. De ce fait, les prix des consommations intermédiaires en produit pneu augmentent de 10 % en France et en Allemagne. Les prix de production de la branche automobile en France et en Allemagne augmentent tous les deux de la même façon selon l'hypothèse que le prix des intrants domestiques et importés varient de la même façon. Cela revient à dire qu'au départ, les prix globaux des ressources dans l'équilibre ressources-emploi pneu augmentent de 10 %. On effectue donc **une hausse de prix des**

3 Les "intrants domestiques" désignent les consommations intermédiaires produites en France (CI<sup>d</sup>) alors que les « intrants importés » désignent les consommations intermédiaires produites à l'étranger (CI<sup>m</sup>).

**ressources** : on ventile ensuite cette hausse de prix indifféremment entre la production et les importations.

Un autre choix est fait toutefois pour certains marchés spécifiques où les prix sur le marché intérieur ne dépendent quasiment uniquement que de problématiques nationales (par exemple, sur l'électricité, le prix dépend essentiellement de la gestion du parc de centrales nucléaires et l'électricité est principalement produite en France, donc non importée). Dans ce cas, les consommations intermédiaires de chaque produit (\branche) dans le tableau des entrées intermédiaires (TEI) sont des consommations intermédiaires domestiques (le produit électricité n'est pas importé). De plus, comme la production du produit dépend elle-même de facteurs domestiques (la production d'électricité dépend majoritairement de la gestion des centrales françaises et non pas de la politique énergétique d'autres pays) on peut supposer que la variation du prix des produits (\branches) suit les variations de prix des seules consommations intermédiaires domestiques (en d'autres termes, que les parts des consommations intermédiaires importées restent invariantes). Ces deux éléments justifient de modéliser préférentiellement, dans ce cas précis, un choc de prix en utilisant uniquement le tableau des entrées intermédiaires domestiques.

L'encadré 5 fournit un exemple du choix à faire entre l'utilisation d'un tableau des entrées intermédiaires seulement domestique ou domestique et importé.

On définit la matrice des coefficients techniques à partir de la matrice des consommations intermédiaires. Les coefficients techniques sont calculés pour les parties domestique + importé (ou en variante exclusivement pour la partie domestique). Le coefficient technique  $A_{ij}$  représente la quantité de produits  $i$  nécessaire pour produire une unité de produit de la branche  $j$  :

$$A^d = \left( \frac{CI_{ij}^d}{P_j} \right)$$

Le modèle en prix se décompose en un effet direct et un effet indirect. **L'effet direct** représente la variation du prix par produit (\branche) qui provient de la hausse de la consommation intermédiaire du produit ayant subi la variation exogène de son prix (ex : la hausse du prix des pneus va avoir pour effet une augmentation du prix de la branche voiture). **L'effet indirect** représente la variation du prix due aux consommations intermédiaires des produits (\branches) suivants ainsi que les variations de prix dues à ces dernières consommations intermédiaires et ainsi de suite (ex : la hausse du prix du produit voiture due à la hausse exogène du prix du produit pneu va augmenter le prix de la branche transport).

On définit, pour un niveau de nomenclature de taille  $n$  :

$\Delta p_i$  : Le choc de prix exogène sur le produit  $i$  en % (scalaire).

$\Delta p_j$  : Les variations de prix des ressources des autres produits (\branches) induites par la variation du prix de production du produit  $i$  (vecteur de taille  $n-1$ ).

$a_{ij}$  : L'élément de ligne  $i$  et de colonne  $j$  de la matrice des coefficients techniques (scalaire).

$a_i$  le vecteur correspondant à la ligne  $i$  de la matrice  $A$  sans son terme  $a_{ii}$  (vecteur taille  $n-1$ ).

$\bar{A}$  : La matrice des coefficients techniques sans la ligne  $i$  et la colonne  $i$  (matrice taille  $(n-1) \times (n-1)$ ).

Soit :

$$a_i = (a_{i,1}, \dots, a_{i,i-1}, a_{i,i+1}, \dots, a_{i,n}) \text{ et}$$

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} a_{1,1} \cdots & a_{1,i-1} & a_{1,i+1} \cdots & a_{1,n} \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{i-1,1} & & & a_{i-1,n} \\ a_{i+1,1} & & & a_{i+1,n} \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{n,1} \cdots & a_{n,i-1} & a_{n,i+1} \cdots & a_{n,n} \end{bmatrix}$$

On peut décomposer la variation des prix des autres produits  $\Delta p_j$  en un impact direct et un impact indirect :

$$\Delta p_j = \underbrace{\Delta p_i \cdot a_{ij}}_{\text{Effet direct}} + \underbrace{\sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^n \Delta p_l \cdot a_{lj}}_{\text{Effet indirect}} \quad (23)$$

En réarrangeant les termes pour regrouper les  $\Delta p_j$ , on obtient la matrice de variation des prix des n-1 produit (branches) en fonction de la variation du prix du produit i (la démonstration au niveau 4 est effectuée dans l'encadré 3):

$$\Delta p_j = (I - \bar{A}^T)^{-1} \cdot a_i^T \cdot \Delta p_i \quad (24)$$

### Encadré 2 : Backward et Forward linkage

La littérature (notamment Miller-Blair) relève que l'acte de production économique implique deux principaux type d'effets entre branches de l'économie, qui peuvent être décrits au sein du cadre entrées-sorties sur lequel s'appuie ce type de modélisation.

#### **Backward Linkage (modèle de demande) :**

Si la demande d'un produit donné augmente, l'équilibre entre ressources et emplois imposera d'augmenter la production de ce produit dans la même proportion, et ce faisant d'accroître la production des branches qui interviennent intermédiairement (comme intrants) dans la production de ce produit. C'est le terme 'backward linkage' qui est alors employé pour signifier les sens de causalité dans le modèle de demande entre une branche et les branches en amont (upstream) auprès desquelles il se fournit lors de la production d'un produit.

C'est le type de modélisation qui est par exemple retenue pour évaluer l'impact d'un choc de demande sur la production des autres branches de l'économie. C'est aussi le type de modélisation qui est retenue pour évaluer les contenus en importation.

La modélisation input/output conduit à identifier les branches dont l'effet de levier sur l'ensemble de l'économie (à travers la structure de ses consommations intermédiaires notamment) est le plus important.

Le « backward linkage » peut se calculer simplement en faisant la somme des coefficients techniques de la colonne correspondant à une branche donnée (mais il ne s'agit que des effets directs). Une version plus complète intégrant à la fois les liens directs et indirects a été proposée par Rasmussen (1957).

Forward linkage (modèle d'offre) :

L'augmentation de la production d'une branche donnée signifie aussi que des quantités supplémentaires de ce produit pourront être utilisées par d'autres branches comme intrants dans le cadre de leur processus de production. C'est le sens de causalité qui correspond à un modèle d'offre, pour lequel on utilise le terme "forward linkage" qui indique le lien avec les branches en aval vers lesquelles elle écoule sa production.

Le « forward linkage » peut se calculer simplement en faisant la somme des coefficients techniques de la ligne correspondant au produit issu d'une branche donnée (mais il ne s'agit que des effets directs).

C'est le type de modélisation qui est retenue pour la modélisation en prix.

Les mesures de backward linkage et de forward linkage peuvent aussi s'appliquer aux tableaux inter-pays afin d'identifier les types et les intensités d'indépendance ou de proximité spatiales. Cela permet notamment d'évaluer la force des liens économiques, ou les liens de dépendance mutuels, entre deux pays, ainsi que leur évolution temporelle (cf Miller-Blair 1988 sur la problématique des tableaux régionaux).

**Encadré 3**  
**Démonstration de l'équation (24) pour un exemple au niveau 4**

Démontrons l'équation (24) à partir de l'équation (23).

Supposons une économie avec 4 produits. On définit un choc de prix exogène sur le produit 3.

On a donc :

$$\Delta p_j = \begin{bmatrix} \Delta p_1 \\ \Delta p_2 \\ \Delta p_4 \end{bmatrix} \quad \text{et} \quad \Delta p_i = \Delta p_3$$

Appliquée au niveau 4, l'équation (23) devient :

$$\begin{cases} \Delta p_1 = \Delta p_3 \cdot a_{31} + \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq 3}}^4 \Delta p_l \cdot a_{l1} \\ \Delta p_2 = \Delta p_3 \cdot a_{32} + \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq 3}}^4 \Delta p_l \cdot a_{l2} \\ \Delta p_4 = \Delta p_3 \cdot a_{34} + \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq 3}}^4 \Delta p_l \cdot a_{l4} \end{cases} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} \Delta p_1 = \Delta p_3 \cdot a_{31} + \Delta p_1 \cdot a_{11} + \Delta p_2 \cdot a_{21} + \Delta p_4 \cdot a_{41} \\ \Delta p_2 = \Delta p_3 \cdot a_{32} + \Delta p_1 \cdot a_{12} + \Delta p_2 \cdot a_{22} + \Delta p_4 \cdot a_{42} \\ \Delta p_4 = \Delta p_3 \cdot a_{34} + \Delta p_1 \cdot a_{14} + \Delta p_2 \cdot a_{24} + \Delta p_4 \cdot a_{44} \end{cases}$$

En passant en termes matriciels :

$$\Leftrightarrow \begin{bmatrix} \Delta p_1 \\ \Delta p_2 \\ \Delta p_4 \end{bmatrix} = \Delta p_3 \cdot \begin{bmatrix} a_{31} \\ a_{32} \\ a_{34} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{41} \\ a_{12} & a_{22} & a_{42} \\ a_{14} & a_{24} & a_{44} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta p_1 \\ \Delta p_2 \\ \Delta p_4 \end{bmatrix} \quad \Leftrightarrow \quad \Delta p_j = \Delta p_3 \cdot a_{3,j}^T + \bar{A}^T \cdot \Delta p_j$$

$$\Leftrightarrow (I - \bar{A}^T) \cdot \Delta p_j = \Delta p_3 \cdot a_{3,j}^T \quad \Leftrightarrow \quad \Delta p_j = (I - \bar{A}^T)^{-1} \cdot a_{3,j}^T \cdot \Delta p_3 \quad \Leftrightarrow (24)$$

## 2) Le modèle avec coefficients de transmission des prix

La plupart des modélisations en prix I-O font l'hypothèse que les entreprises transmettent dans leur prix l'ensemble des variations de coûts qu'elles enregistrent. Cette hypothèse, peu réaliste, n'est pas constitutive de ce genre de modèles. Nous intégrons dans Avionic des **coefficients de transmission des prix**. Ils représentent la proportion d'une variation de coût transmise par les entreprises d'une branche à ses clients. Ces clients peuvent être d'autres entreprises (dans le cadre de consommations intermédiaires) ou le consommateur final. Par exemple, une entreprise de production automobile utilisant une consommation intermédiaire acier égale à 20 % de ses coûts, voyant doubler le prix de l'acier fera face à une augmentation des coûts totaux de 20 %. Un coefficient de transmission des prix égal à 0,5 signifie qu'elle augmentera ses prix de 20 % \* 0,5 = 10 %.

La signification de tels coefficients de transmission des prix suscite l'intérêt de la littérature économique depuis les années 1970 avec notamment les articles fondateurs des nouveaux keynésiens, Fischer (1977), Phelps et Taylor (1977). Pour la littérature inspirée de leurs travaux, la transmission incomplète des prix vient d'une rigidité des prix à la modification. Les contrats sont signés sur plusieurs périodes, ce qui induit des retards dans la modification des prix suite à un choc. Dans la même lignée, le concept des coûts de catalogues (par exemple Mankiw (1985)) s'appuie sur le fait que pour une firme, changer ses prix sera coûteux car il faudra changer les étiquettes, renégocier les contrats ou tout simplement prévenir les clients. Cela pousse les entreprises à changer leurs prix le moins souvent possible. D'autres approches différentes des coefficients de transmission des prix existent, comme celle de Ravn et al. (2006) pour qui les firmes ont intérêt à ne pas totalement

transmettre leurs prix pour éviter de perdre des clients dans le futur, quitte à rogner sur leur taux de marge pendant un temps.

Pour établir les coefficients de transmission des prix utilisés dans la modélisation Avionic, nous avons choisi d'estimer les coefficients pour chaque branche à partir de la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) pour les équations suivantes :

$$\frac{\dot{p}}{p} = \alpha_0 + \alpha \frac{CI}{C_t} \frac{\dot{CI}}{CI} + \beta_1 \cdot ASC + \beta_2 \cdot INFL + \epsilon \quad (25a)$$

$$\frac{\dot{p}}{p} = \alpha'_0 + \alpha' \frac{CI}{C_t} \frac{\dot{CI}}{CI} + \beta'_1 \cdot ASC + \beta'_2 i + \epsilon' \quad (25b)$$

Avec :

$\frac{\dot{p}}{p}$  : la variation de prix de production en pourcentage entre le trimestre t et le trimestre t+1,

$\frac{CI}{C_t} \frac{\dot{CI}}{CI}$  : la variation de coûts en pourcentage entraînée par une variation des prix des consommations intermédiaires : plus précisément, la variation des prix de consommation intermédiaire de la branche entre le trimestre t et le trimestre t+1, multiplié par la part des consommations intermédiaires dans les coûts de production totaux (CI + rémunérations).

*ASC*, *INFL* et *i* des variables de contrôle :

*ASC* : une indicatrice valant 1 si on se situe en une période ascendante du cycle,

*INFL* : une indicatrice valant 1 en cas de forte inflation (supérieure à 5 % par an),

*i* : l'inflation mesurée en trimestriel par l'évolution de l'indice des prix à la consommation.

La régression est effectuée avec des données trimestrielles depuis 1980 aux niveaux de nomenclature A17 et A48 (nomenclature de travail des comptes trimestriels). Nous avons imputé des coefficients pour les autres niveaux. La régression au niveau le plus fin a donné des résultats meilleurs que celle au niveau A 17, avec une plus grande proportion de résultats significatifs. Nous joignons en annexe les coefficients pour les principaux niveaux utilisés dans Avionic, et nous commentons plus longuement la méthode pour les obtenir dans la partie « hypothèses et limites du modèle ».

Les coefficients présentés dans ce tableau correspondent aux  $\alpha$  des équations (25a) et (25b). L'équation utilisée (25a ou 25b) dépend des produits.

Intitulé A38	Coefficients	Intitulé A38	Coefficients	Intitulé A38	Coefficients
<b>AZ</b>	0,63	<b>CK</b>	0,74	<b>KZ</b>	0,74
<b>BZ</b>	0,62	<b>CL</b>	0,65	<b>LZ</b>	0,00
<b>CA</b>	0,70	<b>CM</b>	0,90	<b>MA</b>	1,75
<b>CB</b>	0,60	<b>DZ</b>	0,34	<b>MB</b>	0,38
<b>CC</b>	1,00	<b>EZ</b>	0,39	<b>MC</b>	0,35
<b>CD</b>	1,22	<b>FZ</b>	0,78	<b>NZ</b>	0,53
<b>CE</b>	0,65	<b>GZ</b>	0,88	<b>OZ</b>	0,00
<b>CF</b>	0,45	<b>HZ</b>	0,20	<b>PZ</b>	0,00
<b>CG</b>	0,39	<b>IZ</b>	0,50	<b>QA</b>	0,00
<b>CH</b>	1,00	<b>JA</b>	0,00	<b>QB</b>	0,11
<b>CI</b>	0,76	<b>JB</b>	0,76	<b>RZ</b>	0,64
<b>CJ</b>	0,76	<b>JC</b>	0,20	<b>SZ</b>	0,00

Les coefficients sont pour la plupart compris entre 0 et 1, ce qui est cohérent avec les résultats de la recherche économique sur le sujet. Il y a quelques exceptions (valeurs supérieures à l'unité) pour lesquelles l'estimation est néanmoins robuste, par exemple pour les services juridiques aux entreprises (MA), ce qui nous conduit à garder ces valeurs élevées. Cela veut dire que cette branche fait plus que répercuter la hausse du prix de ses intrants.

Les équations du modèle se retrouvent d'une façon analogue à la première modélisation. Cependant, on insère une matrice diagonale des coefficients de transmission.

Soit  $\gamma_i$  le coefficient de transmission de prix de la branche  $i$ .

L'équation (22) se réécrit alors :

$$\Delta p_j = \underbrace{\Delta p_i \cdot a_{ij}}_{\text{Effet direct}} + \underbrace{\sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^n \gamma_l \cdot \Delta p_l \cdot a_{lj}}_{\text{Effet indirect}} \quad (26)$$

L'écriture du modèle sous forme matricielle est (voir encadré 4) :

$$\Delta p_j = (I - \bar{A}^T \Gamma)^{-1} \cdot a_i^T \cdot \Delta p_i \quad (27)$$

Avec

$$\Gamma = \begin{bmatrix} \gamma_1 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & & & & \vdots \\ \vdots & & \gamma_{i-1} & & & \vdots \\ \vdots & & & \gamma_{i+1} & & \vdots \\ \vdots & & & & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \gamma_n \end{bmatrix}$$

La matrice  $\Gamma$  ne comprend pas le terme  $\gamma_i$ . En effet, le choc de prix sur ce produit est exogène. La transmission de prix ne s'effectue pas à l'intérieur du modèle. Il n'y a donc pas de raison d'atténuer le choc de prix exogène par le coefficient de transmission de la branche touchée.

#### Encadré 4 : Démonstration de l'équation (27) pour un exemple au niveau 4

Démontrons l'équation (27) à partir de l'équation (26).

Supposons une économie avec 4 produits. On définit un choc de prix exogène sur le produit 3.

On a donc :

$$\Delta p_j = \begin{bmatrix} \Delta p_1 \\ \Delta p_2 \\ \Delta p_4 \end{bmatrix} \quad \text{et} \quad \Delta p_i = \Delta p_3$$

Appliquée au niveau 4, l'équation (26) devient :

$$\begin{cases} \Delta p_1 = \Delta p_3 \cdot a_{31} + \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq 3}}^4 \gamma_l \cdot \Delta p_l \cdot a_{l1} \\ \Delta p_2 = \Delta p_3 \cdot a_{32} + \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq 3}}^4 \Delta p_l \cdot a_{l2} \\ \Delta p_4 = \Delta p_3 \cdot a_{34} + \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq 3}}^4 \gamma_l \cdot \Delta p_l \cdot a_{l4} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \Delta p_1 = \Delta p_3 \cdot a_{31} + \gamma_1 \cdot \Delta p_1 \cdot a_{11} + \gamma_2 \cdot \Delta p_2 \cdot a_{21} + \gamma_4 \cdot \Delta p_4 \cdot a_{41} \\ \Delta p_2 = \Delta p_3 \cdot a_{32} + \gamma_1 \cdot \Delta p_1 \cdot a_{12} + \gamma_2 \cdot \Delta p_2 \cdot a_{22} + \gamma_4 \cdot \Delta p_4 \cdot a_{42} \\ \Delta p_4 = \Delta p_3 \cdot a_{34} + \gamma_1 \cdot \Delta p_1 \cdot a_{14} + \gamma_2 \cdot \Delta p_2 \cdot a_{24} + \gamma_4 \cdot \Delta p_4 \cdot a_{44} \end{cases}$$

En passant en termes matriciels :

$$\Leftrightarrow \begin{bmatrix} \Delta p_1 \\ \Delta p_2 \\ \Delta p_4 \end{bmatrix} = \Delta p_3 \cdot \begin{bmatrix} a_{31} \\ a_{32} \\ a_{34} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{41} \\ a_{12} & a_{22} & a_{42} \\ a_{14} & a_{24} & a_{44} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \gamma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta p_1 \\ \Delta p_2 \\ \Delta p_4 \end{bmatrix} \Leftrightarrow$$

$$\Delta p_j = \Delta p_3 \cdot a_{3,j}^T + \bar{A}^T \cdot \Gamma \cdot \Delta p_j$$

$$\Leftrightarrow (I - \bar{A}^T \cdot \Gamma) \cdot \Delta p_j = \Delta p_3 \cdot a_{3,j}^T \Leftrightarrow \Delta p_j = (I - \bar{A}^T \cdot \Gamma)^{-1} \cdot a_{3,j}^T \cdot \Delta p_3 \Leftrightarrow (27)$$

### Encadré 5 : Le type de tableau des entrées intermédiaires à retenir pour la modélisation en prix sur 3 exemples

On choisit trois produits en exemple. L'un est un produit essentiellement produit sur le territoire domestique (l'électricité), le second fortement importé (le pétrole) et le dernier est un produit à la fois domestique et importé (le lait).

- L'électricité : Il s'agit d'un produit domestique dont le prix est fixé au niveau national. Il n'y a donc pas de raison qu'une modification du prix domestique reflète les évolutions de prix à l'étranger. On a donc intérêt à fonctionner sur un tableau des entrées intermédiaires domestique seulement.
- Le pétrole : ce produit est presque exclusivement importé. Il faut donc raisonner en termes de modification du prix importé en plus du domestique. On suppose que les prix du pétrole varient de façon homogène que ce soit sur le territoire national ou dans nos importations (on considère bien évidemment ici les prix à la production, et non les prix à la consommation).

Comme le pétrole est quasiment exclusivement importé, cela revient à modéliser un choc de prix presque uniquement sur les consommations intermédiaires importées, puis d'examiner l'impact de cette hausse sur les prix des ressources et des consommations intermédiaires domestiques.

- Le lait : Il s'agit d'un produit ayant une partie domestique et une partie importée. Utiliser seule une partie domestique limitera l'effet de la hausse des prix puisque cela revient à faire l'hypothèse que seul le prix national augmente. Raisonner sur un tableau des entrées intermédiaires importé et domestique suppose que le choc de prix est identique sur le lait qu'il soit domestique ou importé. On estime aussi que l'impact sur les autres branches consommatrices de lait sera identique pour la partie domestique et la partie importée. Par exemple, l'augmentation du prix du lait va induire une hausse du prix du beurre. On estime que la hausse du prix du beurre est la même sur le territoire national ou à l'importation. Cette hypothèse semble raisonnable pour un choc sur les produits laitiers.

En testant une hausse de prix de 50 % sur ces trois produits successivement, pour les deux modèles différents, nous obtenons les résultats suivants pour 2013 :

**Tableau 1 : Variation des prix selon le modèle, toutes branches confondues, suite à une hausse de 50 % du prix de production du produit choisi**

En pourcentage	(1) Domestique seul	(2) Domestique + importé	Écart (2) - (1)
Électricité	1,55	1,82	0,27
Pétrole	0,02	1,94	1,92
Lait	0,48	0,52	0,04

Note de lecture : Une hausse de 50 % du prix de production de l'électricité en 2013 a pour effet une hausse totale des prix de 1,55 % lorsque l'on prend seulement le TEI domestique

## Partie 2 - Les hypothèses et limites du modèle

### *I – Éléments généraux, transversaux aux trois types de modélisation*

La modélisation input/output s'appuie sur un certain nombre d'hypothèses spécifiques qui doivent être explicitées et jaugées de manière à en définir un domaine d'application acceptable.

Intégré à la comptabilité nationale, le tableau des échanges intermédiaires (TEI) est l'instrument privilégié de l'analyse des phénomènes intéressant l'ensemble du secteur productif. Sous forme d'un tableau croisé, il décrit les consommations intermédiaires de chacune des branches en chacun des produits. Le ratio entre la consommation intermédiaire en un produit  $i$  par la branche  $j$  et la production de la branche  $j$  est appelé « coefficient technique ». Dans le TES symétrique, utilisé pour la modélisation, le TEI est en « produits\*produits ». Ainsi, dans ce TEI « produits\*produits », chaque coefficient technique représente plutôt le ratio entre la consommation intermédiaire en un produit  $i$  nécessaire pour produire le produit  $j$  par le total de production du produit  $j$ .

Le TEI est au cœur du processus de convergence et d'équilibrage des comptes, et, de fait, toutes les équations du modèle Input/Output sont des équations d'équilibre ou des relations techniques. Elles reposent sur l'hypothèse forte de stabilité des coefficients techniques dans le temps. Ainsi, si pour produire une voiture un jour  $J$  il faut employer de manière intermédiaire un volant et quatre roues, on fait l'hypothèse que la production de deux voitures le jour  $J+1$  nécessitera d'employer de manière intermédiaire deux volants et huit roues. Cela suppose à court terme des rendements constants et l'absence d'innovation technologique génératrice de productivité (cf supra).

Les coefficients techniques sont issus du TES symétrique et sont décomposés entre les marchés domestiques et importés. Leur fiabilité et l'hypothèse de leur stabilité font souvent l'objet de critiques. L'enquête achats réalisée en 2018 par l'Insee a pour vocation de permettre de revoir la ventilation des consommations intermédiaires de chacune des branches par produit dans le TEI classique. Comme le TES symétrique est calculé à partir du TES standard, cela va changer la structure aussi du TES symétrique et améliorer sa précision.

Avionic comporte les trois modélisations classiques propres aux modèles input/output, à savoir une modélisation d'impact d'une variation de la demande finale (choc), une modélisation d'impact en prix sur les ressources (choc), et une modélisation en contenus des emplois finals en importation, valeur ajoutée, et travail (structurelle). La modélisation en contenus vise notamment à déterminer par produit et pour une année donnée les importations, les valeurs ajoutées ou les quantités de travail directes et indirectes nécessaires à la satisfaction de la demande finale à prix constants. La modélisation en variation de demande finale permet de mesurer l'impact d'une variation exogène de demande finale sur la structure productive. Enfin, la modélisation en prix permet de mesurer l'impact sur la demande à volume constant d'une diffusion de hausse des prix des importations (directes ou indirectes) et/ou de la production.

#### **1) Quels sont les apports d'Avionic ?**

Le principal apport d'Avionic est de permettre d'apporter un **éclairage sectoriel détaillé** (valorisant ainsi la richesse des travaux de consolidation de sources réalisés par les comptes nationaux) en s'appuyant sur le tableau des entrées-sorties. Celui-ci constitue un cadre comptable de l'ensemble de l'économie mettant en lien les ressources de l'économie avec ses emplois (intermédiaires ou finals).

Avionic est un modèle input/output qui peut être classé parmi les modèles d'équilibre :

- Utilisé en variante, il **retrace l'économie au point d'équilibre** où elle aura assimilé le choc exogène introduit. Il ne précise pas le cheminement suivi pour atteindre cet équilibre. C'est un modèle atemporel, linéaire, contraint de négliger les tensions pesant sur le système productif. Ce modèle ne peut pas être utilisé en analyse prévisionnelle.



- Utilisé en contenus, il **décrit la structure des contenus** décomposés en produits au sein des emplois finals de l'économie. Il peut être utilisé pour déterminer différents types de contenus, comme par exemple le contenu en importations de la consommation des ménages.

Avionic est un instrument détaillé, pouvant s'adapter à **n'importe quelle taille de nomenclature**. C'est pourquoi son principal intérêt est de fournir des analyses structurelles statiques dans le cas d'exercices macroéconomiques simples, et reposant sur un corpus d'hypothèses conventionnelles. L'exploitation, pour sa confection, des TES au niveau G permet de travailler au niveau le plus fin possible de la nomenclature et de rendre les hypothèses sous-jacentes les plus crédibles possibles (sous réserve de sélectionner des simulations pertinentes et de ne pas considérer des chocs d'ampleur trop importante).

Avionic permet de profiter d'un **cadre comptable harmonisé au niveau international** afin de mobiliser les données de nombreux travaux en cours de confection de TES inter-pays (bases de données TIVA et Figaro). Le modèle s'adapte à ces bases de données dans les trois modélisations.

Avionic propose une **modélisation en prix peu utilisée** dans les modèles input/output traditionnels. Le modèle propose des coefficients de transmission des prix déterminés de manière précise avec les données des comptes nationaux trimestriels.

Avionic permet enfin de profiter de la richesse du cadre comptable des comptes nationaux. Par exemple, il est possible de lui adjoindre des répartitions comme **le compte des ménages par catégories** (cf Annexe 3), ou encore des **données issues de comptes satellites** telles que des données environnementales.

## 2) Le modèle repose sur trois principales hypothèses techniques

### 1/ Avionic s'appuie sur le TES d'une année donnée et des ERE équilibrés.

Le modèle Avionic fonctionne sur le TES d'une année donnée. Les ERE sont donc équilibrés en tenant compte des informations disponibles pour cette année-là (données douanières, statistique d'entreprise...). (Encadré 6)

Pour chaque produit, le TES met en regard les ressources (importations, production notamment) et les emplois (consommations intermédiaires, consommation finale, investissement, stocks, exportations), et les équilibre.

Ainsi, l'étude, avec Avionic, de la propagation sectorielle d'un choc au sein de l'économie, que ce soit un choc en valeur sur les emplois finals (par exemple une relance budgétaire sur l'investissement en un produit donné) ou un choc sur le prix des intrants (par exemple sur le prix des importations d'un produit donné), fait l'hypothèse que les équilibres ressources-emplois ne varient pas au-delà de la prise en compte du choc, et n'intègrent pas d'autres modifications externes qui auraient pu intervenir pendant la propagation du choc.

### 2/ Avionic fait l'hypothèse de coefficients techniques fixes (importés et domestiques).

L'hypothèse fondamentale est que les coefficients techniques sont stables à la fois pour les consommations intermédiaires d'origine nationale et d'origine importée. Cela signifie que pour chaque branche, chaque unité produite mobilise d'une part la même structure de consommations intermédiaires domestiques et d'autre part la même structure de consommations intermédiaires importées.

Cette hypothèse semble raisonnable à court terme dans le sens où la structure d'approvisionnement des entreprises présente en général une certaine inertie. Celles-ci ne peuvent qu'assez rarement changer rapidement de fournisseurs si elles souhaitent adapter leurs comportements à un phénomène donné.

### 3/ Avionic s'appuie sur un TEI global et non décomposé emploi par emploi.

Dans le TEI tel qu'il est utilisé, un bien est réputé identique quel que soit son usage final (consommation, investissement, exportation, etc.). En pratique l'identification des consommations intermédiaires « spécialisées » par emploi final est possible. Par exemple, il pourrait s'agir de consommations intermédiaires dédiées à des investissements, d'autres dédiées à des exportations, d'autres dédiées à de la consommation, etc.

Toutefois, à un niveau détaillé (le niveau G par exemple) le nombre d'emplois finals se réduit en général, avec parfois un seul emploi qui demeure dans l'équilibre ressource emploi du produit : par exemple la FBCF. Dans cet exemple simuler un choc, par exemple en prix sur l'ERE à un niveau fin, affecte seulement le prix de FBCF.

### **3) Le modèle repose sur quatre principales hypothèses conceptuelles qui découlent des hypothèses techniques**

#### 1/ La staticité du modèle

Avionic est un modèle statique, notamment parce qu'il est supposé que les conditions de production ne sont pas modifiées au cours de la propagation du choc dans l'économie (au cours des effets directs puis indirects). Cette hypothèse conceptuelle résulte de deux des hypothèses techniques susmentionnées :

- D'une part, cela provient de l'invariance des ERE et du fait que le modèle repose sur la base d'un TES fixé et équilibré pour une année donnée. Ainsi, par exemple, si on effectue un choc de demande sur un ERE donné, il faudra toujours  $x$  % d'importations dans les ressources et  $y$  % de production dans les ressources. L'équilibre n'est donc pas modifié au cours de la propagation du choc par d'autres facteurs que le choc.
- D'autre part, cela provient de la fixité des coefficients techniques. Celle-ci implique que pour produire une unité supplémentaire d'un produit, il faut toujours les mêmes montants supplémentaires de consommations intermédiaires.

Ainsi, les ajustements à tous les niveaux du modèle sont supposés instantanés ; les résultats d'une année ne sont pas influencés par ceux d'une autre année. Il n'existe pas d'effets à retardement, ni de variables décalées.

La période de production est unique et le raisonnement synchronique, c'est-à-dire que toutes les branches réagissent en même temps à un choc pour toutes les vagues successives. La distinction entre effets directs et indirects dans la modélisation Input/Output est finalement plutôt un artifice mathématique permettant de distinguer l'effet sur la branche affectée par le choc et les ajustements sur les autres branches. Mais cette distinction n'a aucune traduction temporelle ou spatiale : le processus est simultanément covariant<sup>4</sup>.

Cette hypothèse de synchronicité est nécessairement une approximation : les consommations intermédiaires utilisées à la production pour satisfaire la demande finale ont elles-mêmes été produites à une période antérieure. Dans la réalité, à la fin de la période considérée, il reste des consommations intermédiaires qui seront réinjectées dans la période de production ultérieure. Cette approche synchronique est finalement assez contradictoire avec la notion même de période de production, sauf à envisager le cas théorique d'une production instantanée. Les modifications des conditions de production d'une période à l'autre ne sont pas prises en compte. .

4 Comme le soulignent Dorfman, Samuelson et Solow : « dans un modèle général de Leontief toute chose est nécessaire pour produire toute chose. Il n'existe pas de stade antérieur ou postérieur, d'industrie de base ou d'industrie indépendante. Le charbon est nécessaire pour produire des engrais ; les engrais sont nécessaires pour produire du charbon ; aucun n'est antérieur à l'autre ».

### **Apport d'Avionics par rapport à cette hypothèse :**

La fixité des coefficients techniques et la stabilité du processus de production est moins critiquable à un niveau fin qu'à un niveau agrégé. L'analyse au niveau G avec Avionics permet donc de pallier en partie les difficultés mentionnées *supra*.

### 2/ Stabilité de la structure des ressources

Comme indiqué plus haut, Avionics s'appuie sur le TES d'une année donnée, avec des ERE équilibrés pour cette année. L'équilibre ne varie pas au-delà du choc injecté dans le modèle. Ainsi, les capacités de production sont supposées suffisantes pour absorber le choc (en particulier lorsqu'il est concentré sur un produit essentiellement produit nationalement). Pour chaque produit, le ratio entre importation et production n'est susceptible de varier qu'à cause du choc. Il n'y a pas de phénomène d'amplification des importations : leur élasticité par rapport à la demande est supposée constante. Les conditions d'approvisionnement ne sont pas supposées varier pas de façon significative. Les ajustements sont supposés se faire sur les productions et les importations : en cas de demande supplémentaire, il n'y a ni baisse des stocks, ni apparition de goulots d'étranglement à un niveau quelconque de la chaîne de production.

### **Apport d'Avionics par rapport à cette hypothèse :**

À un niveau agrégé, les phénomènes de concurrence rendent cette hypothèse de stabilité en volume de la structure des approvisionnements contestable, notamment dans le cadre d'un exercice de simulation de l'effet de variation de prix. Lorsqu'il y a un choc, par exemple à la hausse, sur le prix des ressources d'un produit qui entraîne un choc de prix sur les consommations intermédiaires de ce produit par différentes branches, il est probable que les entreprises se posent la question de poursuivre l'achat de ce produit ou de modifier leur processus de production pour y intégrer un autre produit à plus bas coûts.

Ces difficultés disparaissent au moins partiellement à un niveau détaillé de la nomenclature (impossibilité de trouver un produit substituable) comme dans le cas d'Avionics.

Par ailleurs, comme les courants commerciaux ne se modifient en général que lentement, on peut admettre qu'une telle hypothèse reste encore acceptable à court terme pourvu que les variations de prix soient d'ampleur modérée (sans quoi même à court terme on peut supposer l'existence de substitution ou de thésaurisation).

### 3/ Les rendements sont constants, qu'ils soient domestiques ou importés :

Les rendements sont constants, car les coefficients techniques sont supposés fixes tout au long de la propagation du choc dans l'économie. Cela revient à dire que l'on suppose que, pour chaque branche, chaque unité produite mobilise toujours la même structure de consommations intermédiaires. Le coût de production d'une unité supplémentaire ne varie ni à la hausse ni à la baisse et il n'y a pas intégration de progrès technique.

### **Apport d'Avionics par rapport à cette hypothèse :**

La fixité des coefficients techniques et l'hypothèse de rendements constants pose essentiellement des difficultés à un niveau agrégé. En effet, la fixité de la contrainte technologique sur la production n'a de sens, aux niveaux agrégés, que pour de faibles déformations de structure de la production. À ce niveau d'agrégation, la complémentarité entre les biens intérieurs et les biens importés que suppose l'invariance de chacune des matrices de coefficients n'est certainement pas vérifiée.

À un niveau fin, l'hypothèse de stabilité du processus de production est plus crédible qu'à un niveau plus agrégé où peuvent intervenir des effets de composition. En effet, l'observation pratique montre que des 'blocs' agrégés de consommations intermédiaires contiennent des consommations intermédiaires plus détaillées qui ont des relations entre elles. De ce fait, plus le modèle est utilisé à

un niveau agrégé, plus la perte de précision est importante et moins l'hypothèse de stabilité des coefficients techniques est viable. Se retrouve ici l'intérêt d'utiliser Avionic à un niveau détaillé.

#### 4/ L'homogénéité des produits pour des usages différents

Avionic opère une mise en relation des ressources et des emplois en chaque produit, avec une décomposition détaillée pour les consommations intermédiaires. Toutefois, le modèle suppose une homogénéité de chacune des branches et des produits. Cela veut dire qu'un bien et son processus de production sont réputés identiques, quel qu'en soit l'usage final. En pratique, la simulation ne porte pas sur l'augmentation de l'investissement en un produit donné mais plutôt une augmentation des emplois finals de ce produit, sans détailler le type d'emploi sur lequel elle s'applique (pour la modélisation d'impact en valeur sur les emplois finals).

Cette approximation reste toutefois crédible car dans de nombreux cas la production n'est pas spécifiquement destinée à un emploi particulier (sauf peut-être dans les cas où des produits sont destinés à l'exportation car il n'y a pas de débouché national, ou que cela relève d'une stratégie d'entreprise).

#### **Apport d'Avionic par rapport à cette hypothèse :**

Cette hypothèse conventionnelle est relâchée à un niveau de nomenclature détaillé. En effet, cela implique que la décomposition des emplois finals au sein des équilibres ressources-emplois est détaillée. Cela permet de mieux cibler les simulations et d'éviter les effets de composition obtenus en faisant des simulations à des niveaux plus agrégés. De nouveau, la principale valeur ajoutée d'Avionic est de pouvoir travailler au niveau de nomenclature le plus fin existant (niveau G) à partir de données non publiées. Il est souhaitable dans Avionic d'effectuer les variantes au niveau le plus détaillé possible, quitte à agréger ensuite les résultats plutôt qu'à travailler sur un niveau de nomenclature agrégé dès le départ. En rétropolation il n'existe pas sur longue période de données détaillées ce qui contraint à plus d'approximations sur des périodes passées.

#### **4) Avionic est un modèle descriptif et sans bouclages**

##### 1/ Avionic n'est pas un modèle de prévision :

Avionic n'est pas un modèle macroéconomique au sens des modèles de type Mésange (Modèle Économétrique de Simulation et d'ANalyse Générale de l'Économie) qui est un modèle trimestriel de l'économie française de taille moyenne (environ 500 équations, trois secteurs d'activités). Mésange est caractérisé par une dynamique keynésienne à court terme et un équilibre de long terme déterminé par des facteurs d'offre. Des modèles comme Mésange permettent la réalisation de simulations (variantes et projections à moyen terme) ainsi que de l'appui à la prévision conjoncturelle, ou encore des analyses historiques.

Avionic quant à lui n'intègre pas de bouclage macroéconomique, l'enchaînement supposé des événements lors d'une simulation est considéré comme instantané, il n'est pas prévu d'effets de second tour.

Ainsi, il ne prévoit notamment pas de boucles sur l'épargne et l'investissement. Les effets multiplicateurs de dépenses qui transitent par les revenus et l'investissement ne sont pas traités. Il ne tient pas compte non plus des incidences en termes de consommation de capital fixe, des éventuelles modifications de comportements induites par le choc (effets de substitution entre produits ou variations des parts d'importations), ou encore de bouclage macro-économique par les salaires et les taxes. Certaines modélisations dans la littérature procèdent à ces types d'extensions, mais cela n'est pas prévu *a priori* dans Avionic. En effet, cela nécessiterait d'étalonner des équations à des niveaux de nomenclature détaillés qui présentent souvent une variabilité peu propice au calage du modèle et le rendraient peu robuste.

Au-delà des niveaux ressortant des simulations, reposant en bonne partie sur des hypothèses largement conventionnelles, le modèle Avionic permet surtout d'identifier la structure des principales branches affectées (ou des contenus), et éventuellement de la comparer de manière intertemporelle.

L'approche d'Avionic est donc plutôt complémentaire à celle des modèles macroéconomiques classiques. Elle apporte un éclairage sectoriel relativement détaillé qui valorise les travaux de consolidation des sources réalisés par les comptes nationaux.

## 2/ Avionic n'est pas un modèle de bouclage pour l'emploi :

Appliqué au domaine de l'emploi (EQTP, heures travaillées) par le passé, ce type de modèle s'est révélé à l'usage plus optimiste que d'autres modèles. Il prévoit en effet une augmentation probablement trop forte de l'emploi suite à un choc. Il n'y a aucun accroissement de la productivité, ni aucun amortissement de choc exogène par des phénomènes de déstockage, de goulot d'étranglement ou par un appel accru à l'importation.

Comme signalé précédemment, Avionic n'intègre pas d'effets de second tour. Or, dans le même ordre de réflexion, tout accroissement de la production engendre une distribution de salaires et de revenus non salariaux qui ne sont pas pris en compte dans la modélisation et qui devraient se traduire en grande partie par une hausse de la consommation des ménages avec ses conséquences sur les importations, la production et l'emploi.

### **Encadré 6 : Leontief et l'équilibre Walrasien**

La base théorique de l'analyse input/output de Leontief est facialement proche de la théorie de l'équilibre général Walrasien, bien que cette proximité ait été historiquement discutée. On note toutefois quelques différences entre ces deux approches.

Le sujet central de ces deux approches est l'interdépendance mutuelle entre le PIB dans une approche revenu national, qui est déterminé comme la valeur des facteurs primaires utilisés (quantités multipliées par leurs prix) et le PIB dans une approche demande, déterminé comme la valeur des composantes de la demande finale (CF, FBCF, stocks, solde extérieur).

Dans l'approche de Walras, cette interdépendance s'exprime directement, c'est-à-dire que les prix des facteurs et des marchandises sont modifiés en fonction de la variation des quantités, à partir de courbes d'approvisionnement des facteurs et de courbes de demande des produits. L'approche Walrassienne raisonne en volumes et prix pouvant varier simultanément, ce qui autorise différents effets de substitution, avec une optimisation de l'utilité des ménages et du profit des entreprises sous contraintes. Cela intègre donc les deux types de prix pour les marchandises : celui de l'offre (coût de production) et celui de la demande, et l'égalité d'équilibre entre eux est requise.

Dans l'approche de Leontief, cette interdépendance n'est qu'implicitement exprimée, car la modélisation initiale était uniquement en valeur, avec des flux monétaires qui ne faisaient pas l'objet d'un partage volume/prix. Les décompositions volume/prix pour les différentes modélisations ont été créées à postériori. Le cadre de Leontief suppose donc des variantes marginales avec une fixité soit des prix, soit des volumes<sup>5</sup>. Ce côté fixe du cadre de Leontief implique qu'on y interdit tout comportement de substitution, ce qui n'est pas du tout cas du cadre de Walras où s'opère une optimisation sous contraintes.

## **II – Éléments spécifiques à chaque modélisation**

### **1) Éléments spécifiques à la modélisation de variation de demande finale**

Le principe de la modélisation de variation de demande finale est d'effectuer une variante de la demande finale à prix constants. Lors d'une variante de volume, le modèle prend en compte une variation exogène. Par exemple, on simule un accroissement de la demande finale en un ou plusieurs produits. Cet accroissement de demande se répartit entre un supplément d'activité sur le territoire français et un recours accru aux importations (séparation entre TES domestique et importé). Le partage dépend de la part des importations dans les emplois finals concernés par le choc et de l'importance des consommations intermédiaires importées dans les branches dont l'activité est affectée.

Le modèle est linéaire : ainsi, un choc exogène de -200 aura sur la production, l'importation et l'emploi, un impact double et de sens opposé à celui d'un choc de + 100 sur le même produit de la

5 D'ailleurs les deux types de modélisations de chocs d'Avionic (en volume et en prix) intègrent ces contraintes en hypothèse centrale.

demande finale. Le modèle input/output détaille, pour chaque niveau de nomenclature disponible, la variation des importations, des productions et des valeurs ajoutées ainsi que l'impact sur les effectifs employés en affectant à chaque branche un coefficient d'emploi.

L'intérêt essentiel du modèle réside dans le fait de connaître la structure des branches *in fine* affectées par un choc. Cela permet aussi de déterminer le poids du choc sur les importations et sur la demande nationale.

Ce type de variante conduit à calculer des coefficients multiplicateurs typiques des analyses keynésiennes sur la production : une augmentation de l'investissement de X % sur un produit va engendrer une croissance de production de Y % (>X%) répartie sur divers autres produits.

En revanche, si la prise en compte de la diffusion du choc aux autres branches modifie la valeur ajoutée des branches, elle est neutre sur la valeur ajoutée globale : la production totale augmente, mais les consommations intermédiaires augmentent également pour conserver l'équilibre ressources-emplois.

## 2) Éléments spécifiques à la modélisation en contenus de la demande finale

Le principe de la modélisation d'Avionic en contenus (en importation par exemple) consiste à imputer à chaque composante des emplois finals la part des importations (ou valeur ajoutée ou emplois) qui lui correspondent, et qui permette de satisfaire cette composante de la demande finale.

Le contenu en importations peut être direct. C'est le cas dans l'achat de textile importé qui est revendu en l'état via un circuit de commercialisation domestique. Ainsi, le contenu direct correspond à la part de la demande qui est satisfaite par les produits directement importés et qui ne sont pas transformés sur le territoire national.

Le contenu en importations peut aussi être indirect, par exemple, lorsqu'un constructeur aéronautique domestique doit s'approvisionner (de manière intermédiaire) à l'étranger pour produire un avion. Dans ce cas, la demande finale de produits de l'industrie aéronautique se traduit par des importations...

... indirectes de la branche aéronautique (moteurs d'avion, électronique, aménagement de la cabine, etc.)

... indirectes des branches non aéronautiques qui fournissent des composants à l'industrie aéronautique (composants pour l'industrie aéronautique domestique, matériaux divers pour la fabrication de cellules, matériaux composites pour les ailes, etc.)

... indirectes des branches qui fournissent des composants aux branches qui fournissent des composants.

... etc.

Ainsi, sur la part de la demande finale qui s'adresse à la production nationale, est calculé le contenu indirect, constitué par l'ensemble des biens et services importés entrant comme consommations intermédiaires dans le cycle de cette production. On peut citer comme autre exemple celui de l'automobile : les voitures construites en Allemagne ou en Italie et achetées en France font partie du contenu direct en importations de la consommation finale des ménages en véhicules automobiles. Par contre, les pièces détachées étrangères qui sont importées puis intégrées dans les chaînes de production automobiles françaises avant que ces automobiles soient vendues en France constituent un contenu indirect en importations de la consommation finale des ménages en automobiles.

### Principales hypothèses :

De plus, Avionic ne recourt pas à des fonctions d'importations explicites, il décompose chacun des emplois intermédiaires ou finals en une part nationale et une part importée. Cette décomposition est réalisée dès la construction des TES symétriques, qui reposent eux-mêmes sur des hypothèses fortes. La décomposition importé / domestique s'appuie notamment sur des clés de répartition qui sont

définies à un niveau très fin de nomenclature (niveau auquel la production ou les importations sont plus facilement attribuables directement à un emploi final particulier).(cf Annexe 1)

Avionic permet aussi de profiter de la richesse du cadre comptable des comptes nationaux, par exemple en faisant le lien avec des répartitions comme le compte des ménages par catégories (cf Annexe 3) qui permet de ventiler les contenus obtenus selon les caractéristiques des ménages. Elle permet aussi de relier l'information sur les fonctions de production à des données issues de comptes satellites telles que des données environnementales, comme cela a été le cas de Lenglard-Lesieur-Pasquier (Dossier économie française 2010 : « Les émissions de CO2 du circuit économique en France <sup>6</sup>») pour évaluer l'empreinte CO2 de la demande finale domestique.

Enfin, ce type de modélisation permet également d'aborder la question de la spécialisation de l'économie nationale, notamment par l'introduction de calculs de contenus en importation des exportations. D'ailleurs les chaînes de valeurs mondiales cherchent précisément à estimer le contenu en valeur ajoutée des exportations, ce qui permet d'affiner l'analyse géographique du solde commercial des différents pays.

### 3) Éléments spécifiques à la modélisation de variation du prix de production

Le principe de la modélisation en prix est d'effectuer une variante à volumes constants. En variante de prix, le modèle évalue les conséquences d'un changement de prix des ressources (soit des prix de production, soit des prix d'importation) d'un bien spécifique sur les prix des ressources et des emplois de toutes les autres branches du niveau de nomenclature utilisé. Supposons par exemple qu'à la suite d'une variation d'un cours international (du Brent par exemple) ou d'une décision gouvernementale (interdiction sanitaire par exemple), le prix d'un produit soit subitement modifié. Comme les ressources et les emplois restent équilibrés, le prix des emplois finals du produit est affecté mais aussi le prix des consommations intermédiaires de ce produit pour les différentes branches. Par ricochet, les prix de production des différentes branches sont relevés, ce qui induit une hausse des prix des consommations intermédiaires pour les produits qu'elles produisent, et ainsi de suite.

Les répercussions de la hausse du prix d'un produit ne sont pas homogènes. La propagation de cette hausse de prix dépend, dans chaque branche, du comportement des entreprises :

- Elles peuvent se contenter de répercuter sur leurs prix de production l'augmentation en montant du coût de leurs consommations intermédiaires, ce qui est neutre sur la valeur ajoutée nominale.
- Elles peuvent choisir d'absorber entièrement ou partiellement la hausse de prix des consommations intermédiaires en ne la répercutant pas sur leurs prix dans un souci de compétitivité, ce qui conduit à une baisse de leur valeur ajoutée nominale.
- Elles peuvent aussi adopter une attitude plus active en s'efforçant de conserver, voire d'augmenter leur taux de profit (VA/production) estimable par le rapport de l'excédent d'exploitation à la valeur de la production. En d'autres termes, si les producteurs cherchent à maintenir constant leur taux de profit, ils augmentent leur prix de production dans les mêmes proportions que le prix de leurs consommations intermédiaires. S'ils cherchent à augmenter le taux de profit, ils augmentent leur prix de production au-delà des prix des consommations intermédiaires et leur coefficient de transmission est supérieur à 1.

Ainsi, le modèle Avionic intègre des paramètres qui permettent de faire des hypothèses sur les comportements des entreprises, branche par branche, pour estimer comment elles ajustent leurs prix de production au regard des modifications qui interviennent sur leurs prix de consommations intermédiaires.

À titre d'exemple, l'introduction d'un choc de +10 % sur le prix des ressources de l'électricité induit une hausse de +10 % des prix des CI du produit électricité. Chacune des branches consommant de l'électricité (par exemple, la branche chimie) va voir le prix de ses consommations intermédiaires en produit électricité augmenter de +10 %. Intervient alors le premier jeu de paramètres susmentionné,

6 <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1372483?sommaire=1372485>

qui par exemple pour la chimie, suppose qu'une hausse de +10 % des CI se traduit par une hausse des prix de production de +5 % seulement, le reste de la hausse du prix des CI étant absorbée par les entreprises. Ainsi, le prix des CI du produit chimie va augmenter de +5 % et chacune des branches consommant de la chimie (par exemple la branche cokéfaction et raffinage) va voir le prix de ses consommations intermédiaires en produit chimie augmenter de +5 %. Le même premier jeu d'hypothèses intervient et suppose qu'une hausse de 5 % des CI de la branche raffinage se traduit par une hausse du prix de production du raffinage lié à la chimie de +2 % seulement. Le prix des CI du produit raffinage n'augmentera alors que de 2 % etc.

La première modélisation simple en prix fournit les résultats fournissent l'impact sur les prix de production de chaque branche d'un choc sur les prix des ressources d'un produit (par exemple l'électricité).

La seconde modélisation fournit, sous des hypothèses de transmission du choc, des résultats sur la façon dont les entreprises répercutent la hausse de leur prix de production sur leur prix de vente.

### *Détermination des coefficients de transmission des prix*

#### Estimation des coefficients

Un certain nombre de travaux empiriques en économie estiment des coefficients de transmission des prix (*pass-through rate* en anglais). Auer et al. (2014), Goldberg et Verboven (2001), Campa et Goldberg (2006) à une échelle microéconomique, Geroski (1992), Weiss (1995) et Hall et al. (2000) à une échelle macroéconomique utilisent des méthodes de régression économétrique similaires à celle présentées en première partie, et obtiennent des résultats semblables, avec des coefficients compris entre 0,3 et 0,8. Hovhannisyann (2017) utilise une méthode légèrement plus sophistiquée pour le marché du yoghourt puis qu'il prend en compte les augmentations croisées de coûts. Si une marque voit ses coûts augmenter sur un produit en particulier, elle peut augmenter ses prix sur un autre produit pour lequel la clientèle sera plus captive et ne pas rogner sur son taux de marge global. Même en prenant en compte ces effets croisés, il trouve une valeur d'environ 0,4 pour le coefficient de transmission des prix. Nos résultats se situent dans la même fourchette que ceux de la littérature, à l'exception de quelques coefficients plus grands.

Les résultats proviennent des équations (25a) et (25b). Les hypothèses classiques des MCO ont été vérifiées avec les tests adéquats. Des représentations graphiques des estimations et des résidus ont été générés pour détecter les irrégularités. Une hypothèse demeure cependant violée, c'est l'hypothèse de non endogénéité des variables explicatives. On suppose que les coûts en  $t$  ne sont pas déterminés par les prix du produit aux périodes précédentes. Cependant, cette hypothèse est peu contraignante.

Pour tous les cas où les deux régressions sont fiables, les résultats obtenus sont relativement proches. Dans la mesure où la significativité est presque systématiquement plus forte dans le cas de la première régression et que le  $R^2$  ajusté y est également presque toujours plus élevé, nous l'avons choisie comme base pour la matrice des coefficients techniques. Les résultats sont meilleurs pour la production de biens que pour la production de services. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cela. Tout d'abord, la part des consommations intermédiaire dans la production de services est en général inférieure à celle dans la production de bien. Cela rend moins précises les estimations effectuées. Ensuite, le service, n'ayant par définition pas de matérialité, est plus difficilement représenté par les agents économiques comme résultat d'un processus productif et devant avoir un prix aligné sur ses coûts. Il semble au contraire que d'autres facteurs président à l'établissement des prix des services - qui ont peu de consommations intermédiaires - comme le coût du travail ou le degré de concurrence.. Enfin, la part importante de non marchand ou de régulation par l'État (dont la tarification s'éloigne des mécanismes de marché) explique un moins bon ajustement des estimations pour les services. Le partage entre les branches pour lesquelles l'ajustement est bon et celles pour lesquelles il est insatisfaisant suit d'ailleurs d'assez près la démarcation entre marchand et non marchand.

Les résultats obtenus par la régression au niveau 48 entre le 1<sup>er</sup> trimestre 1980 et le 1<sup>er</sup> trimestre 2018 permettent d'estimer des coefficients de transmission des prix pour toutes les branches à l'exception



de 13 produits reproduits dans une table en annexe. Une rapide analyse permet de réduire la liste des éléments problématiques à 2. En effet, pour les autres branches, soit elles ne sont que très peu utilisées comme consommations intermédiaires - et donc ne distordront que très peu la structure générale des prix suite à un choc en ne participant pas à la transmission de ce choc dans la sphère productive -, soit il s'agit de branches dans lesquelles les prix sont régulés, auquel cas un coefficient de transmission des prix égal à 0 peut être retenu. Demeurent problématiques la production de biens informatiques, électroniques et optiques et les loyers. Pour ces derniers, notons d'abord qu'une partie des prix est réglementée, qu'il s'agisse d'un contrôle direct des prix ou des lois réglementant l'indexation des baux. Notons ensuite que les loyers utilisent très peu de consommations intermédiaires, donc ne seront quasiment pas affectés par un choc de prix. Enfin, les baux étant renégociés à une fréquence inférieure à une fois par an, la transmission des hausses de coûts à court et moyen terme sera extrêmement faible, ce qui nous pousse à choisir un coefficient de transmission des prix égal à 0. Dans le cas des biens informatiques, électroniques et optiques, une grande part des consommations intermédiaires est importée, ce qui est lié à des chaînes de valeurs largement transnationales pour les produits de haute technologie.. De surcroît, les deux tiers des consommations intermédiaires sont des consommations intermédiaires de cette même branche, ce qui renforce l'effet en ajoutant beaucoup d'endogénéité. La faible part des consommations intermédiaires nationales dans les coûts totaux implique qu'un choc de prix dans l'économie ne modifiera que peu les prix de ces biens. Toutefois, pour estimer le coefficient de transmission des prix, nous considérons une branche relativement proche (qui est dans la même branche au niveau plus agrégé A 17), la branche équipement électrique, mais qui a une part des consommations intermédiaires dans les coûts deux fois supérieure<sup>7</sup>, et on impute le même coefficient.

#### Les problèmes d'imputation à des niveaux fins

Les estimations ont été réalisées aux niveaux A 17 et A 48, tandis que pour les autres niveaux opérationnels d'Avionic il a fallu imputer les coefficients à partir de ceux estimés. Pour ce faire, deux approches ont été combinées. Pour chacun des produits au niveau le plus fin, les coefficients ont été déterminés de sorte que leur moyenne pondérée au niveau fin soit égale au coefficient au niveau A 48. Pour chaque division, les coefficients ont été attribués en prêtant attention au niveau de concurrence dans chaque branche et à l'existence ou non de régulation (professions réglementées, etc.) pour chaque produit.

Cette méthode est opérationnelle mais n'est pas complètement satisfaisante, dans la mesure où il n'y a pas en théorie de linéarité entre les coefficients à un niveau agrégé et à un autre niveau plus fin. Les effets peuvent se compenser. Notamment si les produits décomposés d'un même produit à une nomenclature agrégée voient des variations de coûts qui ne sont pas de même sens sur une année, les résultats seront faussés. Comme les régressions existaient au niveau A 17 et au niveau A 48, nous avons pu tester la différence entre les coefficients imputés selon la technique précédente et les coefficients estimés. Cette technique fonctionne plutôt bien pour les biens avec des taux d'erreur inférieurs à 20 %, mais mal pour les services (erreurs parfois supérieures à 100 %). Nous pensons toutefois que ce genre d'erreur serait moins fréquent à un niveau plus fin, du fait du plus grand nombre de branches pour lesquelles les résultats sont significatifs et de l'agrégation de produits plus homogènes, pour lesquels les variations de coûts sont plus similaires.

Outre la détermination des coefficients de transmission, la modélisation en prix repose sur plusieurs hypothèses :

#### *Les comportements des agents économiques ne varient pas*

En termes d'hypothèses, les comportements du modèle en prix sont très basiques et n'intègrent aucune dimension d'interaction (élasticités croisées de substitution ou autre), ce qui demeure assez limitatif. Par exemple, au-delà du simple impact sur le prix des ressources d'un produit via les consommations intermédiaires, une augmentation du prix des ressources sur une branche donnée peut entraîner un phénomène d'endogénéité ou de spirale inflationniste par effet de mimétisme (en voyant qu'une branche augmente ses prix, d'autres branches font de même). De même, la hausse des prix des produits importés de l'étranger doit modifier la part des consommations intermédiaires importées (accélération des phénomènes de substitution entre un produit domestique et un produit étranger), le niveau des stocks, la consommation des ménages (élasticité-prix), etc. Inversement, une dévaluation monétaire devrait favoriser les exportations dans la mesure où les producteurs

7 De 35% à 70%

français répercuteront effectivement au moins en partie sur leurs prix en devises l'impact de la dévaluation. Tous ces effets ne sont pas pris en compte dans la modélisation en prix d'Avionic.

Nous ne tenons pas compte non plus du fait que les consommateurs peuvent changer leurs habitudes de consommation en réponse à un choc initial sur les prix, et que les producteurs peuvent modifier leurs combinaisons productives. Cette hypothèse est crédible dans certains cas précis seulement. Par exemple, dans le cas d'une augmentation des prix du pétrole, il y a peu de substituts. Le niveau de la technologie est fixé et cette hypothèse peut sembler raisonnable pour une analyse de court terme. Cette modélisation est d'autant plus pertinente que le produit sur lequel l'impact est simulé ne dispose pas (ou peu) de substituts.

Enfin, comme on considère la hausse comme instantanée, on néglige les multiples circonstances qui conduiront selon les cas soit à un étalement, soit à une anticipation des hausses. Ainsi ne sont pas intégrées les réglementations ou les directives qui ont pu ou qui pourraient être prises en ce qui concerne par exemple l'étalement des effets d'une dévaluation de l'euro ou le niveau des marges.

Le modèle est en situation de concurrence pure et parfaite, situation dont le développement de l'économie industrielle nous a enseigné qu'elle constitue un modèle type assez rarement observé dans les faits. Cette hypothèse milite pour élaborer plusieurs scénarios susceptibles avec des hypothèses diverses sur les coefficients de transmission. En effet, la mise en place des coefficients de transmission laisse ouverte la possibilité pour l'entreprise de choisir son prix de vente en fonction de la situation du marché.

Comme pour la modélisation en variation de demande finale, au-delà de l'évaluation d'un impact de prix en niveau dont les nombreuses hypothèses sous-jacentes limitent la robustesse, l'intérêt essentiel du modèle en prix réside dans le fait de connaître la structure des branches *in fine* affectées par un choc, et la répartition nationale/importée. Comme en variation de demande finale, une meilleure précision s'obtient à un niveau de nomenclature détaillé plutôt qu'à un niveau agrégé (du fait des effets de composition).

La modélisation en prix d'Avionic est toutefois celle qui possède les conditions d'utilisation les plus restrictives du fait de la forte incitation à la substitution entre produits (ou entre pays de provenance) lors d'une variation de prix. Pour que les hypothèses d'Avionic soient crédibles, il faut donc être dans une situation où le consommateur est captif, c'est-à-dire qu'il est quasiment forcé (ou fortement incité) à encaisser la variation de prix.

Il est donc recommandé d'utiliser la modélisation en prix d'Avionic pour simuler des chocs sur des produits peu substituables et de nature indispensable (par exemple une augmentation subite d'un produit énergétique non-substituable à court terme). Un contexte favorable est par exemple celui d'une hausse des prix de l'électricité ou du gaz, ou encore mais dans une moindre mesure celle d'une hausse des prix du Brent (les conducteurs peuvent choisir de moins utiliser leur voiture, en se limitant au strict nécessaire). Un autre contexte favorable est celui d'une hausse de prix de professions réglementées (notaires, prix de la consultation des médecins, etc.).

### **III – Les effets d'agrégation**

Avionic est compatible avec tous les niveaux de nomenclature et cela pousse à étudier les effets d'agrégation du modèle Avionic. En d'autres termes, l'agrégation des résultats du niveau A138 à un niveau plus agrégé sera-t-elle similaire aux résultats obtenus directement au niveau agrégé ? A priori, il existe un effet de structure, c'est-à-dire que l'agrégation à un niveau plus grossier de certains produits masque des interactions plus fines.

La première étape consiste à construire la matrice d'agrégation. Pour cela, « considérons que nous souhaitons agréger  $n$  produits en  $m$  produits, où  $n > m$  » (Ara, 1959). Nous pouvons alors définir  $m$  entiers  $s(1)...$ ,  $s(m)$  de telle manière que :  $s_{(1)} + ... + s_{(m)} = n$  où  $\forall i \in \llbracket 1, m \rrbracket$ ,  $s_{(i)}$  représente le nombre de produits agrégés dans le  $i$ -ème produits du modèle plus grossier. La matrice d'agrégation se définit de la manière suivante :

$$S = \begin{bmatrix} e_{(1)} & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ 0 & e_{(2)} & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & & \ddots & & & & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & e_{(i)} & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & & & \ddots & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 & e_{(m)} \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{m \times n}$$

où  $\forall i \in \llbracket 1, m \rrbracket$ ,  $e_i = (1, \dots, 1)$  est de taille  $s(i)$ .

À l'aide de cette matrice d'agrégation, se construisent la demande finale agrégée, la consommation intermédiaire agrégée ainsi que la matrice des coefficients agrégés. La production agrégée se redéfinit comme :

$$P' = (I - A^{d'})^{-1} DF^{d'} \quad (28)$$

qui se note en général,  $P' \neq S \cdot P$

Le **biais d'agrégation** est le vecteur  $P' - S \cdot P$  (29)

« Le biais d'agrégation est la différence entre le vecteur de production totale dans le système agrégé et le vecteur obtenu par agrégation de la production totale du système non-agrégé. » (Morimoto, 1970)

Les premiers résultats des effets d'agrégation dans le modèle Avionic à travers les contenus en importation sont présentés ci-dessous. Les données utilisées dans le modèle pour calculer ces effets proviennent des TES symétriques produit par le département des comptes nationaux de l'Insee.

Table des résultats pour les contenus en importation.

Biais d'agrégation pour les contenus en importations (en %)						
Niveau	Somme	Statistiques pour les produits				
		Moyenne	Médiane	Ecart-type	Max	Dispersion
A10	4,8	1,0	1,3	0,7	1,9	0,7
A17	3,9	1,1	0,9	0,8	2,7	0,8
A38	3,8	1,2	0,6	1,5	5,9	1,3
A64	2,8	0,9	0,2	1,7	7,4	1,9
A88	2,5	0,6	0,1	1,4	5,9	2,3
A129	1,1	0,2	0,1	0,5	5,0	3,1
A138	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**Note de lecture :** L'écart entre les contenus en importations tous produits confondus au niveau A10 « pur » et les contenus en importation au niveau A10 agrégé à partir du niveau 138 est de 4,8 % du total des contenus en importations. L'écart moyen pour un produit est de 1,0 %.

L'analyse des biais d'agrégations à travers la structure des coefficients techniques ainsi que le biais d'agrégation pour la modélisation en variation de demande finale sont présentés en annexe 3.

En résumé, les biais d'agrégation pour le modèle Avionic ont été testés et quantifiés. Dans l'ensemble ils restent faibles, surtout pour la modélisation de variation de demande finale (cf. Annexe 3). L'étude des biais d'agrégation pour la modélisation en variation du prix de production n'est pas présentée ici. Cependant, on trouvera dans la partie « II-Éléments spécifiques à chaque modélisation » et la sous-partie « 2) Éléments spécifiques à la modélisation de variation de prix de production » un paragraphe sur les problèmes d'imputations des coefficients de transmission à des niveaux fins dus au mode de calcul de ses coefficients.

## Partie 3 - Les bases de données internationales

L'approche unilatérale consiste à prendre les TES symétriques de chaque pays individuellement, chacun disposant d'imports et d'exports mais sans décomposition des destinations et origines par pays. Les TES inter-pays permettent d'apporter une ventilation des imports (resp. exports) par pays de provenance (resp. destination). L'approche par les « chaînes de valeur », qui fait intervenir le TES inter-pays est une modélisation multilatérale. Elle rend cohérentes les données du commerce international à l'échelle mondiale. La somme des importations par pays de provenance retracées dans les exportations de ces pays à destination de la France est égale au total des importations de la France.

Trois sources de données principales coexistent concernant les TES inter-pays (la comparaison des bases OCDE et Eurostat est présentée dans l'encadré 7) :

- **OCDE** (Trade in Value Added - TiVA) : inclut **61 pays** qui couvrent l'OCDE, l'UE28, le G20 et la plupart des pays d'Asie de l'est et du sud-est ainsi que plusieurs pays du continent américain. La décomposition disponible est en **34 produits**, parmi lesquels 16 biens et 14 services. Ces données sont disponibles pour les années 1995 à 2011. Les conclusions des indicateurs tirés de cette base sont utilisées comme contributions majeures à diverses réunions politiques de haut niveau (par ex : OECD MCM ; le comité de l'OCDE sur le commerce ; G20).
- **Eurostat** (projet FIGARO) : Ces données sont pour l'instant disponibles pour l'année 2010. Elles sont constituées des **28 pays de l'UE ainsi que des États-Unis** et du reste du monde, avec un détail en **64 produits** (format SEC 2010). À noter : deux tables sont mises à disposition ; une table dite 'statistique' (intégrant les écarts non-ajustés, on obtient une table 'réconciliée') et une table dite 'analytique' (séparant les écarts ajustés afin d'identifier là où des corrections ont été opérées).
- **WIOD** (World Input/Output Tables) : Une première version de la base de données WIOD a été construite sous l'impulsion de la Commission Européenne en 2012. L'édition 2016 de cette base couvre **43 pays** + le reste du monde sur la période 2000-2014 avec une décomposition en **56 produits** (nomenclature ISIC Rev.4) cohérente avec le SNA 2008. La base WIOD est constituée d'un cadre central avec les TES harmonisés des pays, ainsi que deux jeux compatibles de données périphériques fournis par les comptes satellites, le premier étant celui de l'environnement, le second étant constitué d'indicateurs socio-économiques.

### *I – Les bases de données internationales dans le modèle Avionic*

Le modèle Avionic permet d'utiliser des bases de données internationales, soit en travaillant directement sur une base inter-pays (modèle en prix), soit à l'aide d'une boucle pour extraire chaque composante 'pays' de cette base (modélisation en variation de demande finale et modélisation en contenus). Avionic peut s'adapter à des TES symétriques domestiques et importés de n'importe quelle taille.

Le cadre des bases internationales peut être utilisé à d'autres fins que l'analyse des chaînes de valeur, et notamment pour réaliser des simulations Input/Output plus classiques comme celles que propose Avionic. En effet, là où les TES symétriques classiques sont habituellement décomposés en un TES domestique et un TES importé, les TES inter-pays permettent d'aller plus loin et de décomposer les TES symétriques en un TES domestique et les TES importés de chaque pays présent dans la base considérée.

Disposer d'une ventilation des TES symétriques importés par pays d'origine constitue une ventilation supplémentaire qu'il est possible de mobiliser dans Avionic. Par exemple pour déterminer la ventilation du contenu en importation d'un produit donné selon les pays exportateurs (à titre direct et indirect).

De ce fait, chaque pays ne dispose plus d'un TES domestique et d'un TES importé. Il dispose dans ces bases d'un TES domestique et d'autant de TES importés qu'il y a de pays de provenance. Cela permet par exemple, pour la France, de calculer les contenus en importation allemande (modélisation en contenus). On peut également calculer l'impact d'une hausse de la demande française sur les importations venues d'Allemagne (modélisation en variation de demande finale). Enfin, on peut simuler l'effet d'une hausse de prix d'un produit allemand sur le prix des produits des autres pays (modélisation en prix).

Les TES symétriques inter-pays se présentent sous la forme de matrices par blocs. Prenons l'exemple d'une base de données internationales avec 3 pays : la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni. Les TEI de ces bases de données se présentent comme ci-dessous :

TEI	FRANCE	ALLEMAGNE	ROYAUME-UNI	...
FRANCE	<b>domestique FRA</b>	Importé ALL de FRA	Importé RU de FRA	Importé ... de FRA
ALLEMAGNE	Importé FRA de ALL	<b>domestique ALL</b>	Importé RU de ALL	Importé ... de ALL
ROYAUME-UNI	Importé FRA de RU	Importé ALL de RU	<b>Domestique RU</b>	Importé ... de RU
...	Importé FRA de ...	Importé ALL de ...	Importé RU de ...	<b>Domestique ...</b>

Attention : La constitution de TES inter-pays nécessite des ajustements indispensables à la mise en cohérence des sources de données, et en cela les TES symétriques qui en résultent sont différents des TES symétriques envoyés initialement par les offices statistiques des différents pays. On peut considérer à ce titre qu'il s'agit de TES symétriques « ajustés ». Cette précision doit être mentionnée, car les résultats qui en découlent peuvent s'écarter à la marge de résultats obtenus sur les TES symétriques mis à disposition en ligne par les offices statistiques nationaux.

## II – Les bases de données internationales dans les différentes modélisations d'Avionic

### 1) Les bases internationales dans la modélisation en variation de demande finale

Les bases de données internationales permettent également de ventiler les effets d'un choc de demande finale en importation par pays de provenance. À partir de l'équation (7b), on peut décomposer la variation des importations par pays:

$$\Delta (M_{pays 1}^f + \dots + M_{pays n}^f) = (A_{pays 1}^m + A_{pays n}^m) \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot \Delta F^d + \Delta (F_{pays 1}^m + F_{pays n}^m) \quad (30)$$

Soit pour chaque pays :

$$\begin{cases} \Delta M_{pays 1}^f = A_{pays 1}^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot \Delta F^d + \Delta F_{pays 1}^m \\ \dots \\ \Delta M_{pays n}^f = A_{pays n}^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot \Delta F^d + \Delta F_{pays n}^m \end{cases} \quad (31)$$

Comme pour la modélisation en contenus, il est nécessaire de découper cette base afin d'obtenir les TEI domestiques de tous les pays ainsi que les TEI importés en provenance de tous les pays. Il faut aussi les emplois finals importés ainsi que les productions domestiques. Pour obtenir une ventilation des effets d'un choc sur l'importation en provenance de chaque pays, il faut donc modéliser ce choc de demande finale avec le TEI importé en provenance de chaque pays. Grâce à cela, il est possible synthétiser les résultats dans un tableau ayant autant de lignes que de produits, et autant de colonnes que de pays. Cela permet d'avoir non seulement une ventilation par pays mais également par produits. À l'aide de cette modélisation, il est donc possible de déterminer quelles branches de quels pays bénéficieront le plus du choc de demande finale.

Enfin, il est possible que le vecteur de hausse des importations d'un pays suite au choc exogène effectué sur un autre pays soit inséré ensuite dans le modèle comme un choc de demande finale (ici d'exportations).

## 2) Les bases internationales dans la modélisation en contenus

Les bases de données internationales permettent de ventiler les contenus en importation par pays de provenance. De plus, on peut comparer les contenus en importation de plusieurs pays sur un champ identique.

Reprenons l'équation (13) des contenus en importation d'un emploi final :

$$M^f = A^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d + F^m$$

On peut décomposer cette équation par pays de provenance comme dans l'équation (30) :

$$M_{pays1}^f + \dots + M_{paysn}^f = (A_{pays1}^m + A_{paysn}^m) \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d + (F_{pays1}^m + F_{paysn}^m) \quad (32)$$

On obtient donc les contenus en importation pour chaque pays de provenance :

$$\begin{cases} M_{pays1}^f = A_{pays1}^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d + F_{pays1}^m \\ \dots \\ M_{paysn}^f = A_{paysn}^m \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot F^d + F_{paysn}^m \end{cases} \quad (33)$$

Pour calculer le contenu en provenance du pays importé, il faut donc le TEI domestique, mais aussi le TEI importé en provenance du pays ainsi que l'emploi final importé de ce même pays.

Pour cela, il faut donc découper la table internationale de façon à obtenir, pour chaque pays, tous les TEI importés ainsi que tous les emplois finals importés. Les TEI domestiques se trouvent sur la diagonale de la matrice des TEI par bloc (schématisée en 3.II.1).

## 3) Les bases internationales dans la modélisation en prix

Le cadre d'Avionic pour la modélisation en prix peut être repris tel quel pour être appliqué aux bases internationales en utilisant le tableau formé par les différents TES inter-pays présenté dans la partie précédente. Contrairement aux deux premières modélisations, aucun découpage n'est nécessaire ici. Le tableau originel joue le rôle d'un « TEI total », dans lequel tout se passe comme si les biens identiques de pays différents étaient différenciés. Dans un cadre à  $m$  pays (y compris le reste du monde) et  $n$  produits, le TEI total a  $m$  fois  $n$  lignes et autant de colonnes. On peut alors effectuer un choc de prix sur un produit dans un pays donné. On retrouve alors, similairement à la modélisation en prix classique et avec les mêmes notations :

$$\underbrace{\Delta p_j}_{\text{vecteur colonnes } n \cdot m - 1} = \underbrace{(I - \bar{A}^T)^{-1}}_{\text{matrice carrée } n \cdot m - 1} \cdot \underbrace{\bar{a}_i^T}_{\text{vecteur colonnes } m - 1} \cdot \underbrace{\Delta p_i}_{\text{scalaire}} \quad (34)$$

Ce type de modélisation permet de mettre en évidence l'interconnexion des prix mondiaux à la production. Cela permet de déterminer la propagation d'un choc de prix dans un pays chez ses partenaires commerciaux. Notons toutefois que la modélisation en prix internationale **relâche une hypothèse de la modélisation en prix nationale**, celle de covariation des prix pour un même produit. Dans la première modélisation, on supposait qu'une hausse de prix d'un produit serait la

même dans tous les pays, en s'appuyant sur l'idée que les modes de production sont similaires pour un bien donné. Dans la modélisation internationale, les prix des biens dans chaque pays peuvent évoluer de manière différente. Il est impossible de modéliser un choc sur un produit dans tous les pays en même temps. Cela implique d'appliquer un choc sur un produit pour lequel il est crédible que la variation initiale soit locale. Il est possible par exemple de modéliser l'effet d'un choc à la hausse ou à la baisse des salaires dans une branche d'un pays donné, ou estimer l'effet d'une hausse des tarifs douaniers dans le système productif mondial (cf. infra).

Comme dans la modélisation nationale, il est possible d'intégrer des coefficients de transmission des prix afin de mieux représenter les mouvements réels des prix. Toutefois, en l'absence d'estimations de coefficients de transmission des prix à l'échelle mondiale, il est possible d'imputer les coefficients français à tous les pays du monde. Cependant, cela néglige les spécificités nationales dans les comportements des entreprises et est de moins en moins satisfaisant à mesure que les pays intégrés ont des économies différentes de l'économie française (le résultat sera typiquement meilleur sur les bases européennes FIGARO que sur les bases mondiales TiVA). Il est sinon possible de supposer que les entreprises transmettent toutes leurs variations coûts. Cela peut être moins réaliste mais a l'intérêt de décrire ce qui se passe d'un point de vue strictement technique, abstraction faite de déterminants économiques comme le taux de marge.

Il est possible d'adapter légèrement la modélisation en prix internationale pour **modéliser un choc lié à une modification des tarifs douaniers sur un produit**. La différence principale réside dans le fait que la variation de coût de ce produit n'est pas la même dans tous les pays. Elle est nulle dans le pays exportateur et dépend des accords commerciaux pour les autres pays. Ainsi, au lieu de considérer un choc de prix sur un produit dans un pays  $\Delta p_i$  qui serait le même pour tous les pays, il y a un ensemble de chocs par pays sur le produit en question  $\{\Delta p_{i,c}\}_{c \in C}$  où  $c$  est l'indice pour le pays dans l'ensemble  $C$  des pays.

Les équations, avec les mêmes notations deviennent alors :

$$\Delta p_j = \underbrace{\Delta p_{i,c} \cdot a_{ij}}_{\text{Effet direct}} + \underbrace{\sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^n \Delta p_l \cdot a_{lj}}_{\text{Effet indirect}}$$

Soit sous forme matricielle :  $\Delta P_j = (I - \bar{A}^T)^{-1} \cdot \Theta \cdot a_i^T$  (35)

avec :

$$\Theta = \begin{bmatrix} \begin{matrix} p_{i,c_1} & & \\ & \ddots & \\ & & p_{i,c_1} \end{matrix} & & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & & \begin{matrix} \text{variation pays } m \\ p_{i,c_m} & & \\ & \ddots & \\ & & p_{i,c_m} \end{matrix} \end{bmatrix}$$

$\Theta$  : une matrice carrée de dimension  $n \times m - 1$  car on a retiré les lignes et colonnes du produit sur lequel on choque.

### **Encadré 7 : Comparaison des bases de données internationales OCDE (TiVA) et Eurostat (Figaro)**

TiVA a l'avantage de couvrir un champ large de pays (63) dont l'OCDE, l'UE28 et le G20, mais uniquement à un niveau de 34 produits (16 biens et 14 services). La base Figaro est quant à elle plus détaillée avec 64 produits, mais une couverture de pays plus resserrée (limités au 28 pays Européen plus les États-Unis).

#### Les ventilations disponibles dans les deux bases :

La base TiVA dispose d'un secteur "reste du monde" permettant d'analyser toutes les interactions (il dispose notamment des ventilations des consommations intermédiaires depuis et vers le reste du monde). Figaro ne dispose pas de toutes les ventilations avec le reste du monde. Il s'agit d'une limitation importante car il n'est pas possible de calculer tous les effets indirects de type Leontief. Par exemple, avec TiVA il est possible de déterminer la ventilation des contenus en importation d'un pays (par exemple la France) en ses différents pays fournisseurs, en prenant en compte les effets directs et indirects. Avec FIGARO il est possible de déterminer la ventilation des contenus en importation de la France en ses différents pays européens et américains fournisseurs en prenant en compte les effets directs et indirects, et uniquement les importations directes du reste du monde. Il n'est pas possible d'évaluer la part des effets indirects du reste du monde, donc il n'est pas non plus possible de reconstituer le total des contenus en importation. La colonne « reste du monde » de TiVA permet de retrouver les contenus totaux en importations en sommant les contenus par pays de provenance et le reste du monde. Cette colonne n'existe pas dans Figaro. On ne peut donc pas retrouver le contenu total en importation d'un pays dans cette base.

#### En termes de qualité des données, l'exemple de FIGARO :

La base FIGARO décrit explicitement les écarts statistiques entre les données initiales et les données ajustées (ayant fait l'objet d'ajustements pour réconcilier les imports de chaque pays avec les exports de tous les autres pays vers ces pays). FIGARO propose donc une table statistique qui fait apparaître explicitement ces écarts, en plus d'une table analytique qui est ajustée par rapport aux données initiales transmises par les différents pays. Lorsque Eurostat a ventilé les colonnes et lignes d'écarts, seules les matrices des emplois domestiques sont restées intactes dans les tableaux USE. Les postes de consommation intermédiaire (P3) et d'investissement (P5) changent entre la table statistique d'emplois (USE\_ST) et la table analytique (USE). Les tableaux IO sont dérivés par les modèles D (produit) à partir des tableaux USE (une fois ventilés les écarts).

Dans cette base, on observe pour la France des écarts importants pour le produit « Rental and leasing services » (N77), ainsi que pour le produit « Publishing services » (J58). Ces écarts sur les services de location et les services de publication concernent de nombreux pays dont les États-Unis, la Grande-Bretagne, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, les Pays-bas la Suède et la Belgique. Concernant les écarts par branche homogène de production (en colonne), on observe pour la France un écart important pour la branche « Coke and refined petroleum products » (C19). Ce type d'écarts sur la cokéfaction et le raffinage de pétrole concerne aussi de nombreux pays, comme la Grande-Bretagne, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, les Pays-bas, la Suède, l'Autriche, la Finlande, la Grèce et la Belgique.

#### Cohérence des données entre TiVA et FIGARO :

Les contenus totaux en importation issus d'Avionic, entre FIGARO et TiVA, sur un périmètre commun entre les deux bases, ne sont pas très éloignés. Cependant, la répartition entre effets direct et indirect est assez différente, ce qui vient principalement du 'reste du monde' indirect de FIGARO qui est quasi-nul (cf point précédent sur la ventilation dans les deux bases). Sur le champ UE commun, les niveaux peuvent être assez différents mais la structure entre TiVA et FIGARO est assez proche. En approfondissant, nous nous rendons compte que les contenus français en importation allemandes sont deux fois moindres dans Figaro que dans TiVA, et que les contenus allemands en importation françaises sont eux aussi deux fois moindres dans Figaro que dans TiVA. Cette observation est bien confirmée en revenant aux données sources des deux bases. Eurostat a confirmé que cette différence ne provient pas de la réconciliation des données, mais plutôt des ajustements opérés sur les "Goods sent abroad for processing" et "merchandising" en raison d'informations spécifiques dont a bénéficié Eurostat. Il s'agit là d'une limite de l'utilisation des bases inter-pays dont la confection reste récente et dont la méthodologie est appelée à s'améliorer en changeant parfois substantiellement les résultats obtenus précédemment.



## Partie 4 - Premiers résultats du modèle Avionic

Cette partie présente les premiers résultats découlant des trois modélisations du modèle Avionic. Elle décrit quelques résultats pour la modélisation en variation de volume, de contenus et de prix.

Les résultats proviennent essentiellement de tests effectués pour vérifier le fonctionnement et la cohérence du modèle. L'objectif est de savoir si les résultats provenant du modèle sont conformes à ce qui peut être attendu. Les données utilisées proviennent essentiellement des TES symétriques français de l'année 2013 au niveau A38, G (138 produits) et A10 dans le premier cas.

### ***I – La modélisation en variation de demande finale***

Sur les mêmes données (TES symétrique Insee 2013), un choc basique de + 5 milliards d'euros de demande finale sur le produit industrie au niveau A10 a été réalisé. Cela équivaut à une hausse de 1 % de la demande finale domestique en industrie. Cela a pour effet une variation de la production de 9,0 milliards d'euros soit + 0,2 %. Sur ces 9,0 milliards d'euros, 6,8 milliards d'euros proviennent de l'industrie elle-même (à 90 % de façon directe). Les importations augmentent de 1,8 milliards d'euros soit de 0,3 %. Les importations proviennent essentiellement de l'industrie elle-même (à 70 % de façon directe).

Autre simulation au niveau international, à partir de la base TIVA de l'OCDE pour l'année 2011, une hausse de 10,0 milliards d'euros a été modélisée sur la demande finale française du produit gaz et électricité. Elle provoque une hausse des importations de plus de 100 millions pour le produit « industries extractives » en provenance de 4 pays : Le reste du monde, la Norvège, la Russie et l'Arabie Saoudite. Pour l'importation, l'aspect « gaz » est sans doute prépondérant par rapport à l'aspect « électricité »

### ***II – La modélisation en contenus de la demande finale***

La modélisation en contenus permet de caractériser, dans un premier temps, le contenu en importations d'une composante de la demande finale (encadré 8). Elle permet aussi de caractériser les contenus en valeur ajoutée de cette composante (la somme des contenus en importations et en valeur ajoutée représente la composante de la demande finale) et les contenus en emplois (volumes horaires travaillés) de celle-ci.

En France en 2015, 18,7 % de l'ensemble de la consommation des ménages est importée, dont moins de la moitié de manière directe (8,7 %) et un peu plus de manière indirecte (9,9 %). Ce taux relativement faible de contenus importés masque toutefois une forte hétérogénéité selon les types de produits.

En effet, la consommation en biens manufacturés contient plus de 2/3 d'importations, voire plus de 85 % pour les biens fabriqués. La consommation en services contient, elle, moins de 10 % d'importations (et, parmi ces 10 %, 9/10 importés indirectement).

Pour certains biens, la part de la consommation importée est très forte, comme par exemple pour les produits de la « fabrication de textile, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure », avec 86,5 % de contenu importé (qui sont pour 9/10 des contenus directs). Pour d'autres biens, cette part est plus faible, par exemple pour la fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac, avec un contenu importé de 40 % (qui est à 55 % direct et à 45 % indirect).

Pour les services, le contenu en importations est en général assez faible, et principalement de type indirect. En effet, ces activités sont en général réalisées par les résidents, même si ceux-ci peuvent utiliser notamment du matériel étranger, ou qui contient des composants étrangers, pour mener à bien leurs activités.

En appliquant les parts de contenus importés par produit à la structure du compte des ménages par catégories, on identifie les catégories de ménages dont le contenu en importation de la consommation est le plus importé par rapport à la structure moyenne de l'ensemble des ménages (20,8 % en 2015 sur le champ du compte ménages par catégories<sup>8</sup>). Il apparaît notamment que les personnes âgées ont une structure de consommation dont le contenu en importations est plus faible que pour l'ensemble des ménages (par exemple - 3,2 points pour les personnes seules de plus de 65 ans). Cela concerne tous les retraités et plus particulièrement les retraités ayant été agriculteurs et employés. À l'inverse, les actifs (notamment les agriculteurs et les ouvriers), les familles avec enfants, et les 40-60 ans ont une structure de consommation dont le contenu en importation est plus fort que pour l'ensemble des ménages (par exemple + 1,1 points pour les familles comprenant 2 adultes et 3 enfants ou plus). La structure des revenus, et leur origine, est relativement neutre vis-à-vis des contenus en importation de la consommation des ménages, avec un premier quintile de revenu légèrement plus fort en contenus importés que la moyenne des ménages (+ 0,3 point).

Les produits consommés en France ont un contenu importé qui vient principalement d'Allemagne (15,7 %), puis d'Italie (8,6 %), d'Espagne (8,3 %), des États-Unis (7,4 %) et de Grande-Bretagne (7,2 %) (Source : TIVA). Les contenus importés d'Allemagne sont supérieurs à 10 % pour presque tous les produits. À l'inverse, les contenus importés de certains pays sont plus ciblés sur certains produits. C'est le cas par exemple des produits pétroliers et combustibles nucléaires importés de Russie, des équipements électroniques et optiques provenant de Suisse, ou encore des services d'intermédiation financière provenant du Luxembourg.

### Encadré 8 : Les contenus en importations des différentes composantes de la demande finale en 2013

*(exprimé en % du PIB et en % de la composante de la demande finale)*

<i>En % du PIB</i>	Contenus en importations (millions €)	Contenus directs (millions €)	Contenus indirects (millions €)
Demande finale	29,2%	10,7%	18,5%
Dont Consommation des ménages	14,4%	6,5%	7,9%
Dont Exportations	8,8%	1,7%	7,1%
Dont autres postes de la demande finale (FBCF, var stock, objets de valeurs)	5,9%	2,5%	3,5%

<i>En % du niveau total concerné</i>	Contenus en importations (millions €)	Contenus directs (millions €)	Contenus indirects (millions €)
Demande finale	24,0%	8,8%	15,2%
Dont Consommation des ménages	19,4%	8,8%	10,6%
Dont Exportations	32,9%	6,3%	26,6%
Dont autres postes de la demande finale (FBCF, var stock, objets de valeurs)	28,6%	12,0%	16,7%

Source : Données INSEE 2013, modélisation AVIONIC, estimations des auteurs

Note de lecture : le contenu en importation de la consommation des ménages représente 19,4 % de la consommation des ménages, soit 14,4 % du PIB.

En 2013, les importations représentent 29,2 % du PIB (ce qui équivaut au contenu en importations de la demande finale) dont 14,4 % sont portés par la consommation des ménages, 8,8 % par les exportations, et 5,9 % par les autres postes de la demande finale (notamment FBCF, variations de stock, objets de valeur). Le contenu en importations de la consommation des ménages représente 19,4 % de la consommation des ménages, alors que le contenu en importations de la demande finale représente 24,0 % de la demande finale. Cette asymétrie vient du fait que les autres composantes de la demande finale, et notamment les exportations, ont un contenu en importations plus important (par exemple le contenu en importation des exportations représente 32,9 % des exportations). On remarque que le contenu indirect en importations de la consommation des ménages est proportionnellement plus faible que celui des autres composantes de la demande finale, notamment que les exportations dont les contenus en importations sont au 4/5 indirects.

8 Le périmètre du compte des ménages par catégorie ne prend en compte que la consommation des ménages et non la consommation individualisable des administrations publiques et des ISBLSM.

### **III – L'impact de variations des prix de production**

Nous avons effectué 3 variations de prix au niveau G (138 produits) : l'électricité, le pétrole et le lait sur le TES symétrique national de 2013 et sans coefficients de transmission des prix (c'est-à-dire une transmission des prix de 100 %).

Soit une variation des prix à la production de l'électricité (produit « production, transport et distribution d'électricité » au niveau 138) de + 50 %, ce qui représente environ l'écart de prix observé entre 2007 et 2015. Il s'agit bien ici d'une hausse du prix à la production et non de l'ensemble des ressources car l'électricité n'est quasiment pas importée. Il s'agit donc d'un marché principalement national. Cette hausse du prix de l'électricité a pour effet une hausse globale des prix à la production de + 1,6 %. L'élasticité des prix de production globaux au prix de l'électricité est de 0,03 : pour une augmentation de 1 % du prix à la production de l'électricité, les prix à la production augmentent de 0,03 % pour l'ensemble de l'économie. La hausse du prix à la production de l'électricité touche particulièrement la fabrication de pâte à papier (+ 4,8 %), les transports ferroviaires (+ 3,1 %) et la programmation et diffusion de télévision et radio (+ 3,9 %).

Soit ensuite une variation du prix à l'importation du pétrole brut de + 50 % (produit « extraction d'hydrocarbures »). Comme le pétrole brut est presque exclusivement importé, cela revient à analyser l'effet d'une hausse du prix à l'importation du pétrole sur le prix des ressources des autres produits. Cette hausse du prix du pétrole a pour effet une hausse globale du prix des ressources de 1,9 %. L'élasticité-prix du produit pétrole est de 0,04. La hausse du prix à l'importation touche particulièrement le prix des ressources de la cokéfaction et raffinage (+ 33,7 %), de la production et distribution de gaz (+ 33,3 %), de la fabrication de produits chimiques (+ 10,3 %) et des transports aériens (+ 7,8 %).

Enfin, l'on fait varier le prix des ressources des produits laitiers de 50 % (produit « fabrication de produits laitiers »). Comme les produits laitiers sont produits en France mais également importés, on simule une hausse du prix des ressources dans leur ensemble (production et importation). Cette hausse du prix du lait a pour effet une hausse globale du prix des ressources de + 0,5 %. L'élasticité prix du produit « lait » est de 0,01. La hausse du prix des ressources du lait touche surtout la transformation de poisson (+ 2,9 %), les produits de boulangerie (+ 1,9 %) et la restauration (+ 1,4 %).

Au niveau international, à partir de la base TiVA de l'OCDE pour l'année 2011, avec les coefficients de transmission des prix intégrés (respectivement sans intégrer les coefficients de transmission), un choc de 100 % sur les prix des biens informatiques et électroniques chinois aura un impact global de presque 1,0 % (resp. 1,3 %) sur les prix mondiaux. En France l'effet global sur les prix des ressources sera de 0,1 % (resp. 0,3 %), avec une hausse de 2,0 % (3,0 %) des produits informatiques et optiques. Un partenaire commercial important comme Hong Kong sera beaucoup plus fortement impacté, avec un effet global de près de 0,4 % (1,1 %) et une augmentation de 9,4 % (13,5 %) des produits informatiques et optiques. A titre comparatif, l'effet global en Chine est de 4,8 % (6 %).

## Bibliographie

Angels. B. 2009. « La relation entre consommation des ménages et importations », Rapport d'information du sénat, n°169.

Ara, K "The aggregation problem in Input/Output Analysis". *Econometrica*, Vol. 27, n 2 (Apr., 1959), pp. 257-262.

Auer, R., Chaney, T., et Sauré, P. U. 2014. « Quality Pricing-to-Market » SSRN Scholarly Paper ID 2501526, Social Science Research Network, Rochester, NY.

Barge. M et Moyne. V. 1991. « Quelles utilisations pour nos importations ? », *Insee Première*, n°120, janvier 1991.

Berger. E et Passeron.V. 2002. « Les importations françaises : le rôle de la demande des entreprises et des exportations », Note de conjoncture, Juin 2002.

Bourgeois, A. Pilarski, C. (2009). « La place de la santé dans l'économie française » . Actes du 12e colloque de l'Association de comptabilité nationale - Paris, juin 2008 *Insee Méthodes* n° 122 - novembre 2009

Campa, J. M. et Goldberg, L. S. 2006. « Pass through of exchange rates to consumption prices : What has changed and why ? » Working Paper 12547, National Bureau of Economic Research.

Cochard. M et al. 2016. « Commerce vertical et propagation des chocs de prix. Le cas de la zone euro », *Revue de l'OFCE* 2016/5 (N° 149), p. 131-166.

Dan, X. Rencheng, T. "An Input-Output Sticky-price Model" IIOA 17th International Conference on *Input-Output Techniques*

Dappe M.. « Les répercussions mécaniques de la dévaluation sur les prix ». *Economie et statistique*, n°6, Novembre 1969. pp. 3-15;

Eurostat - FIGARO Database. Informations at <http://ec.europa.eu/eurostat/web/economic-globalisation/globalisation-macroeconomic-statistics/multi-country-supply-use-and-input-output-tables/figaro>

Eurostat - FIGARO (2016) « European union inter-country supply, use and input-output tables (figaro tables) figaro: Trade data and dissemination" . NAWG N°962

Eurostat (2008) « Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables". Methodologies and Working papers

Fischer, S. 1977. « Long-Term Contracts, Rational Expectations, and the Optimal Money Supply Rule. » *Journal of Political Economy*, 85(1) :191–205.

Gabaet. C, Honoré. G et Houssin. F. 197. « Les répercussions mécaniques des hausses de prix énergétiques », *Economie et statistiques*, n°56, Mai 1974, pp. 45-50.

Gallais, A. Bernard, G. « Structure des qualifications et échanges extérieurs français ». *Economie et statistique*, n°279- 280, 1994. Ouvertures à l'Est et au Sud. pp. 35-46.

Geroski, P. A. 1992. « Price Dynamics in UK Manufacturing : A Microeconomic View » *Economica*, 59(236) :403–419.

Goldberg, P. K. et Hellerstein, R. 2008. « A structural approach to explaining incomplete exchange-rate pass-through and pricing-to-market » *American Economic Review*, 98(2) :423–29.

- Hambÿe. C. 2012. « Analyse entrées-sorties : Modèles, Multiplicateurs, Linkages », Bureau Fédéral du Plan belge, Working Paper, WP12-12.
- Hall, S., Walsh, M., et Yates, A. 2000. « Are UK companies' prices sticky ? » *Oxford Economic Papers*, 52(3) :425–446.
- Heitz. B et Rini. G. 2006. « Une nouvelle lecture de la contribution du commerce extérieur à la croissance », *Economie & prévision* 2006/4 (n° 175-176), p. 197-204.
- Hovhannisyán, V. (2017). « A structural model of cost pass-through : The case of the US yogurt retailing. » *Empirical Economics*, pages 1–26.
- Husson. M. 1994. « Le contenu en emploi de la demande finale », *La Revue de l'IRES*, n°14, hiver 1994.
- Lenglart. F, Lesieur. C, Pasquier. J.-L. (2010), « Les émissions de CO2 du circuit économique en France », *L'économie française*, Insee Références, édition 2010.
- Leontief, W. (1936). "Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the United States," *Review of Economics and Statistics*, 18, 105–125.
- Leontief, W. (1966). "Input-Output Economics". New York: Oxford University Press. (Second Edition, 1986.)
- Leontief, W. (1974). "Structure of the World Economy," *American Economic Review*, 64, 823–834.
- Mankiw, N. 1985. « Small menu costs and large business cycles : A macroeconomic model of monopoly. » *Quarterly Journal of Economics*, 100(May) :529–537.
- Miller R. Blair R. "input-output analysis - foundations and extensions". Cambridge University Press. En 1981 puis 2009.
- Morimoto Y. "On aggregation problem in input/output analysis" *The Review of Economic Studies*, Vol. 37, n 1 (Jan, 1970), pp. 119-126, Oxford University Press
- OECD TiVA database : informations at <http://www.oecd.org/sti/ind/measuring-trade-in-value-added.htm>
- OECD (2012) "Trade in value-added: concepts, methodologies and challenges (joint oecd-wto note)"
- Oosterhaven, J. « Leontief versus Ghoshian Price and Quantity Models", *Southern Economic Journal*, Vol. 62, No. 3 (Jan., 1996), pp. 750-759
- Pak. M et Poissonnier. A. 2016, « Accounting for technology, trade and final consumption in employment : an Input-Output decomposition », Document de travail, Direction des études économiques de l'Insee, G2016/11.
- Perrier. Q. Quirion. P. 2015. « La transition énergétique est-elle favorable aux branches à fort contenu en emploi ? Une approche input-output pour la France », *French Association of Environmental and Resource Economists*, WP2016.09.
- Phelps, E. et Taylor, J. 1977. « Stabilizing Powers of Monetary Policy under Rational Expectations. » *Journal of Political Economy*, 85(1) :163–90.
- Pionnier. P. 2009. « Le partage de la valeur ajoutée en France, 1949-2008 : aspects méthodologiques. », *Economie et statistique*, n°422, 2009. pp. 3-30.
- Rémond-Tiedrez, I. Rueda-Cantuche, JM. (2016) presentation of FIGARO project at 24th IIOA Conference, July 2016
- Riffard. J. 1983. « Un outil d'analyse du système productif : le modèle AVATAR », *Courrier des statistiques*, n°26, Avril 1983.

Rocca, M. 1974 « Le modèle contenu en importations » Statistiques et études financières, n°14, 1974. pp.45-73.

Roucher, D. Sicsic, M. « Chine : de nouveaux outils pour suivre la conjoncture et déterminer les véritables moteurs de la croissance », DGTrésor - Trésor éco Numéro 2013/01 – Janvier 2013

Sharify, N. « A modification in the input-output price model to analyse the effect of exchange rate variation on prices indices » 20th IIOA conference in Bratislava

Stone, R. (1961). « Input-Output and National Accounts ». Paris: Organization for European Economic Co-operation.

Stone, R. (1973). "A System of Social Matrices," Review of Income and Wealth, 19, 143–166.

Theil H "Linear Aggregation in Input/Output Analysis". Econometrica, Vol. 25, n 1 (Jan, 1957), pp. 111-122

Weiss, C. R. 1995. « Determinants of price flexibility in oligopolistic markets : Evidence from austrian manufacturing. » Journal of Economics and Business, 47(5) :423–439.

Wiebe, K. and N. Yamano (2016), "Estimating CO2 Emissions Embodied in Final Demand and Trade Using the OECD ICIO 2015: Methodology and Results", OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2016/05, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlrcm216xkl-en>

Xu, D et Rencheng, T « An Input-Output Sticky-price Model », Management School of Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, 100190.

## Annexe 1 - La construction du TES symétrique

La source de données principale de la modélisation Input/Output Avionic est le tableau entrées-sorties (TES) symétrique. Celui-ci est produit par le département des comptes nationaux de l'Insee et est transmis à Eurostat depuis 2010. Le but de ce document est de présenter ce qui différencie le TES français du TES symétrique.

Le premier avantage à utiliser les TES symétriques est que les emplois y sont valorisés au prix de base (montant que le producteur reçoit effectivement par unité produite et non au prix d'acquisition (montant effectif payé par l'utilisateur au moment de l'achat des produits) comme dans un TES français. Cela permet de raisonner en termes de description purement productive de l'économie puisque le prix de base n'intègre pas les marges de transport et commerce ni les impôts et subventions.

Le tableau des entrées intermédiaires (TEI) symétrique est présenté en produit\*produit, alors que le TEI classique est en produit\*branche. Le TEI symétrique représente ainsi les consommations intermédiaires nécessaires à la production de chacun des produits et non les produits consommés intermédiaires par les branches dans le cadre de leur processus productif. Ainsi, il n'y a plus de transferts branche-produit dans le TES symétrique, ce qui simplifie également la modélisation Input/Output. Le TES standard français est spécifique puisqu'il est quasi-symétrique. Il est en effet construit avec des branches homogènes en produit à l'exception de quelques transferts et des ventes résiduelles.

Enfin, le TES symétrique est séparé en deux parties : une partie provenant de la production domestique et une partie provenant des importations. Or, une unité produite par une entreprise française aura un impact sur d'autres entreprises françaises et étrangères via les consommations intermédiaires domestiques et importées. À l'inverse, une importation directe est allouée directement à un emploi final et ne transite pas par le processus de production national. La distinction entre domestique et importé est donc essentielle pour effectuer un choc de demande. Elle permet également de calculer les contenus en importations.

Cette annexe présente succinctement la façon dont sont construits les TES symétriques, d'abord à travers les ressources avec la matrice de production (1), puis le passage au prix de base des emplois (2). Sera ensuite présenté le TEI symétrique en produit\*produit (3) avant de terminer par le partage importé/domestique du TES symétrique (4). Il existe également un retraitement CAF-FAB effectué pour passer au TES symétrique. Celui-ci consiste à modifier les importations et exportations de services de transport et d'assurance. Ce retraitement ne sera pas abordé dans ce document.

### **1) La matrice de production (ressources)**

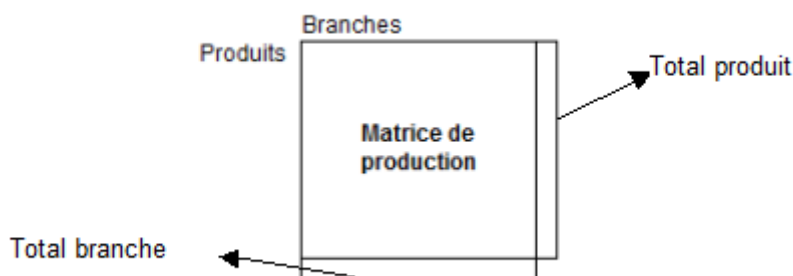
Dans le TES standard, le TEI est présenté en produit\*branche. Or une des spécificités du TES symétrique est de présenter un TEI en produit\*produit. Ainsi, pour passer d'un TEI produit\*branche à un TEI produit\*produit, on utilise la structure de la production en produits et en branches. Pour cela, il faut construire en première étape une « matrice de production produit\*branche » (cf point 3 de cette annexe sur son utilisation dans un second temps). Les données de cette matrice de production ne sont cependant pas spécifiques au TES symétrique (on peut les trouver dans le TES). Cette matrice sert seulement à passer le TEI en produit\*produit.

La matrice de production est quasiment diagonale puisque, en général, il y a égalité entre production produit et production branche. Toutefois, il y a deux exceptions :

- Les transferts agricoles comme mentionnés dans l'exemple (transfert de la production de vins de la branche agricole dans la production de boisson).
- Les ventes résiduelles (production marchande des branches non-marchandes).

Prenons un exemple dans le cadre d'un TES français. Pour passer de la production de la branche agricole à la production en produits agricoles, on transfère un montant X, correspondant au vin produit par la branche agricole, à l'ERE « boissons ». La matrice de production est utilisée en structure et appliquée au TEI. On suppose que la structure des consommations intermédiaires de la branche suit la structure des productions branches.

Dans la matrice de production, la somme des productions branches composant un produit doit être égale au total de la production produit. De plus, la somme des productions des produits composant une branche doit être égale à la production branche. Les coefficients techniques utilisés dans le modèle Input/Output correspondent donc au ratio de la consommation intermédiaire d'un produit i en produit j par la production du produit i. Dans le TES français, il s'agit des consommations intermédiaires d'une branche i en produit j par production de la branche i.



## 2) Le tableau des entrées intermédiaires symétrique (TEI produit\*produit)

Comme indiqué précédemment, le TES français, le tableau des entrées intermédiaires (TEI) est de la forme produit\*branche au prix d'acquisition. Dans le TES symétrique, il est en produit\*produit (d'où le terme symétrique) et au prix de base.

Pour déterminer le TEI symétrique, la matrice de production (Cf. point 1 de cette annexe) en produit\*branche est utilisée. Cette matrice n'est pas utilisée avec les montants tels quels : elle est utilisée en structure, chaque case correspondant au pourcentage de la branche dans le produit. Elle est ensuite transposée pour obtenir une matrice branche\*produit.

La formule pour déterminer le TEI produit\*produit est :

$$CI_{PR \times PR} = CI_{PR \times BR} \times ({}^t \text{Matprod})_{BR \times PR}$$

L'avantage d'un tel TEI pour la modélisation Input/Output est que cela ne prend pas en compte les transferts de productions et rend totalement homogènes les produits entre eux. Cela est notamment utile pour l'inversion de la matrice des coefficients techniques.

## 3) Le passage au prix de base (emplois)

Dans le TES français, les emplois sont valorisés au prix d'acquisition. Il s'agit ici de montrer comment on obtient un prix des emplois au prix de base dans le TES symétrique. Pour ce faire, il faut retirer au prix d'acquisition les impôts et subventions, les marges commerciales et les marges de transport.

S'agissant des impôts et subventions, dans un premier temps, on retire la TVA perçue. En ressources dans le TES, il suffit de retirer la TVA perçue par produit qui figure dans le TES français. En revanche, seule la TVA théorique est ventilée par emploi. Il faut donc formuler des hypothèses sur la ventilation de l'écart TVA par emploi pour retirer correctement en emploi la TVA perçue (= TVA théorique – écart TVA).

Dans un second temps, on retire les autres impôts et subventions, à savoir :



- Les droits de douane : ventilés sur les consommations intermédiaires et la FBCF en fonction du poids de l'emploi sur le total des emplois au prix d'acquisition
- Les impôts sur les produits : traitement identique.
- Les subventions sur les produits : traitement identique.
- La consommation des ménages est au final obtenue par solde.

Pour des emplois au prix d'acquisition, les marges de commerce et de transport sont ventilées par emploi. Les marges de transport et de commerce sont supprimées des produits dans les différents emplois. Ces marges sont réaffectées aux produits commerces et transports qui deviennent des prestations de services classiques.

Une valorisation au prix de base est cohérente avec la modélisation Input/Output qui vise essentiellement une approche productive : on connaît le montant que cela rapporte au producteur et non le montant payé par le consommateur. En effet, la diversité des systèmes fiscaux et socio-fiscaux nuit à la comparabilité entre pays.

#### **4) Le partage importé - domestique du TES symétrique**

Le TES symétrique est séparé en deux parties : un TES symétrique domestique et un TES symétrique importé. Cela permet de rendre compte du processus productif national d'une part, et de la façon dont le pays importe pour satisfaire ses besoins productifs et sa demande finale d'autre part.

- Tout d'abord, le partage importé est effectué en année de base comme suit :

On distingue les ERE contenant des importations réexportées et les ERE n'en contenant pas.

Pour les équilibres ressources emplois ne contenant pas d'importations réexportées, le partage importé – domestique des emplois finals est calculé à un niveau très fin (niveau H : 327 produits). L'hypothèse de proportionnalité est utilisée : la part importée de chaque emploi final est égale à la part d'importations totales dans le total des ressources. À ce niveau fin, cette hypothèse n'est pas très éloignée de la réalité.

Le partage importé - domestique des consommations intermédiaires (ou emplois intermédiaires) est quant à lui réalisé à un niveau plus agrégé (niveau G : 138 produits), faute de disponibilité des données au niveau H. Dans un premier temps, le partage importé – domestique du total des consommations intermédiaires est obtenu par solde des partages effectués sur les autres opérations des ERE. La répartition des consommations intermédiaires par produit entre consommations intermédiaires importées et consommations intermédiaires domestiques se fait au prorata de la structure des consommations intermédiaires du TES français au niveau G. Autrement dit, le partage importé/domestique des consommations intermédiaires par case se fait dans la même proportion que le total de la ligne pour chaque case de cette ligne.

Concernant les ERE avec des importations réexportées, on travaille également à un niveau fin en supposant que les exportations importées sont égales aux importations réexportées. Ces importations réexportées, ne correspondent pas à du transit (géré par les produits transports dans le TES symétrique) mais à des biens stockés ou réexportés par un commerçant. Pour les produits contenant des exportations réexportées, ces dernières ont été calculées en année de base grâce à des données des douanes. En 2010, les importations réexportées représentent environ 5,4 % du total des importations.

- Ensuite, en année courante, on fait évoluer la partie domestique comme la production et la partie importée comme les imports. Le résultat est calé sur le total du TES symétrique et soldé sur les variations de stocks.

## Annexe 2 - Les TES symétriques inter-pays

Depuis quelques années, plusieurs TES inter-pays ont été construits (notamment les bases de l'OCDE et d'Eurostat). Ils mettent en cohérence les TES nationaux (notamment les imports-exports). Ces tables permettent d'avoir une ventilation des TES importés par pays exportateur d'origine.

### 1) *Présentation et contexte*

Au-delà de la description de l'économie nationale à travers le TES, se sont développées, depuis une quinzaine d'années, des méthodologies s'appuyant sur des TES symétriques inter-pays (ou tableaux internationaux inter-pays). Cela permet notamment de faciliter l'analyse des chaînes de valeur mondiales (ou global value chains - GVC) et l'insertion des pays dans celles-ci.

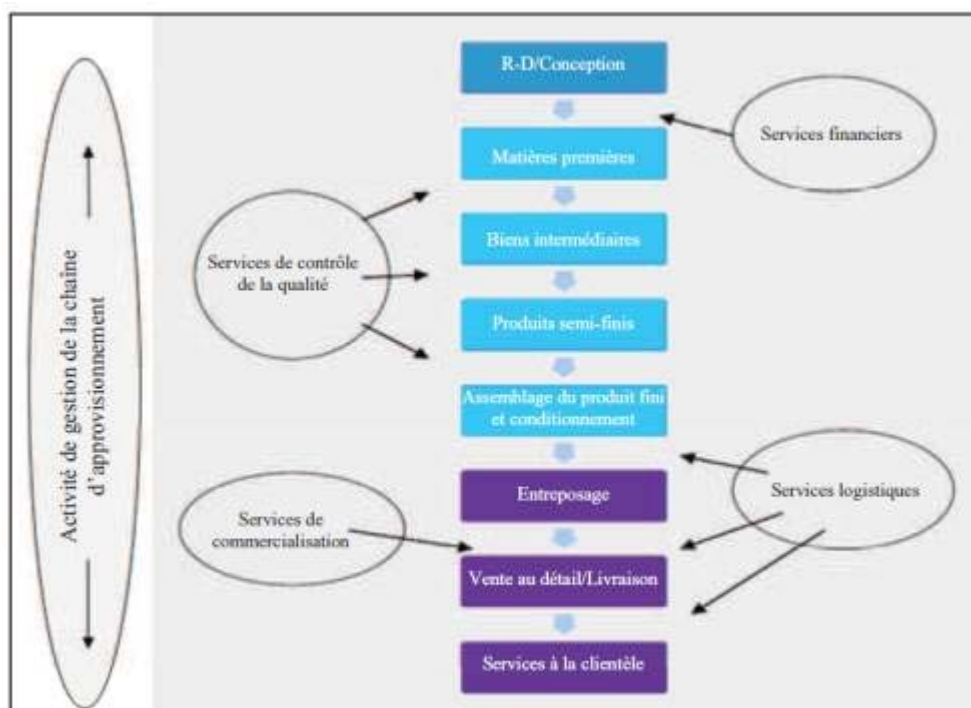
En effet, la mondialisation est aujourd'hui principalement caractérisée par l'émergence des chaînes de valeur mondiales (CVM). Ces chaînes de valeurs recouvrent les échanges internationaux de biens finals mais aussi, et de plus en plus, de biens intermédiaires et de services, redéfinissant ainsi le commerce international.

Plusieurs définitions sont données aux chaînes de valeur mondiales. On pourra retenir la définition suivante de l'OCDE : « Une chaîne de valeur mondiale englobe l'ensemble des activités, de la conception à l'utilisation finale, menées par les entreprises, localement ou à l'étranger, pour mettre un produit sur le marché. Ces activités vont de la création d'un dessin ou modèle (design) au support au client final, en passant par la production, le marketing, la logistique et la distribution. Elles sont soit réalisées par une seule et même entreprise, soit réparties entre plusieurs intervenants ». Plus précisément, les CVM résultent d'une succession d'« activités principales » et d'« activités de soutien » dans les termes de Porter (1985). Les premières sont liées à la fabrication de produits ou aux prestations de services et sont directement créatrices de valeur ajoutée. Les secondes le sont indirectement en fournissant des services aux activités principales. On parle de chaîne de valeur car de la valeur est ajoutée et se cumule à chaque étape du processus de fabrication des biens. Les analyses en chaînes de valeurs ont par exemple pour ambition de quantifier la peinture chinoise présente sur les voitures allemandes achetées par des consommateurs Japonais. Depuis les années 1980, la mondialisation et les flux d'échanges se sont accélérés avec pour principales caractéristiques un fractionnement progressif de la production au niveau international [Grossman et Rossi-Hanberg, 2006] et la création d'interdépendances entre économies. Cette fragmentation est notamment le résultat de progrès technologiques dans les domaines des communications (technologies de l'information et de la communication (TIC)) et du transport de marchandises (conteneurisation, etc.). C'est aussi le résultat de la recherche de compétitivité des entreprises qui délocalisent leur production pour bénéficier de coûts moindres. » [De Backer, K. et N. Yamano, 2007]. Toujours selon ces auteurs, les firmes multinationales sont les pivots de ces chaînes de valeur « car leur présence mondiale leur permet de coordonner la production et la distribution entre un grand nombre de pays et de déplacer leurs activités en fonction de l'évolution de la demande et des coûts ».

Les Tableaux des Entrées-Sorties et tout particulièrement les Tableaux Internationaux des Entrées-Sorties (TIES) permettent de saisir le processus de mondialisation en décrivant les échanges de biens et services selon leur utilisation et leur provenance. Ce n'est qu'assez récemment que les TES sont ainsi devenus des outils d'analyse de la mondialisation. Cela a nécessité un travail important d'harmonisation des nomenclatures et de valorisations des prix entre les principaux pays, afin de les rendre exploitables pour produire des analyses à l'échelle internationale. L'harmonisation récente des TES dans des tables internationales telles que celles de l'OCDE (TiVA), d'Eurostat (Figaro) ou de WIOD (World Input Output Database) le permet désormais.

## 2) Examen approfondi de la notion de production pour mieux comprendre les enjeux des TEI inter-pays

(source : European Commission for Europe/Conference of European Statisticians/2014/6)



Source: Compilation de la Commission du commerce international des États-Unis.

### *Exemple de fragmentation de la production (source : ECE/CES/2014/6)*

La notion de chaîne de valeur renvoie à la valeur ajoutée au bien ou au service à chaque étape du réseau. Comme pour la chaîne d'approvisionnement, la complexité de la chaîne de valeur et des relations opérationnelles entre les différentes étapes peut varier d'un secteur à l'autre et d'une entreprise à l'autre. La chaîne de valeur peut exister entre des entreprises établies dans une même économie locale ou dans plusieurs pays.

La figure ci-dessus présente un exemple de production fragmentée. Elle représente schématiquement les différentes étapes du processus de production d'un bien, de la conception de celui-ci aux dernières étapes concernant la vente au détail et le service à la clientèle, en passant par la transformation des matières premières. La gestion de la chaîne d'approvisionnement peut porter sur l'ensemble de la chaîne, ou sur certaines parties de celle-ci. De la même manière, certaines étapes de la chaîne peuvent être contrôlées par une société mère, et d'autres par les filiales de cette société.

À l'étape de la R&D et de la conception, il est créé un actif incorporel qui sert ensuite d'intrant pour la production du bien. Le fruit de l'étape de R&D et de conception peut être utilisé par la même entreprise, qui produit alors le bien pour son compte, ou être transmis à un fournisseur chargé de produire le bien. La gestion de l'approvisionnement peut consister en plusieurs fonctions précises telles que les services de contrôle de la qualité et de commercialisation et les services logistiques et financiers. Bien que, dans la figure ci-dessus, les services financiers ne soient fournis qu'à l'étape de R&D et de conception, ils peuvent en réalité être fournis à différentes étapes de la chaîne d'approvisionnement. Par exemple, les crédits-bails ou les crédits à la consommation peuvent être fournis à l'étape de la vente au détail ou de la livraison.

L'entreprise principale peut avoir besoin de plusieurs rangs de fournisseurs pour produire ses biens ou services. Elle travaille directement avec le fournisseur de premier rang. Celui-ci fournit généralement des capacités en matière de conception et d'innovation. Le fournisseur de deuxième rang est une entité qui fournit des biens ou des services directement au fournisseur de premier rang, sans en fournir directement à l'entreprise principale. Les matières premières sont généralement fournies par le fournisseur de dernier rang.

Le négoce international est un accord de production mondiale particulier où une entité achète des produits à un fournisseur à l'étranger et les revend à un client à l'étranger, sans transformation. Le négoce international peut coexister étroitement avec d'autres formes de production mondiale.

Au-delà du négoce international, il est aussi identifié des problèmes de mesure statistique associés au commerce dit de quasi-transit et aux phénomènes analogues. On parle de commerce de quasi-transit lorsque des biens qui entrent dans un pays sont déclarés en douane au titre des importations à des valeurs différentes de celles qui sont déclarées lorsque les biens quittent le même pays. La valeur des importations qui ressort des registres douaniers peut ainsi ne pas correspondre à la valeur réelle de la transaction.

La fragmentation accrue de la production et des échanges par le recours à des chaînes d'approvisionnement s'explique en grande partie par le fait que les entreprises se concentrent sur leurs compétences clés et sur leurs avantages compétitifs. Les entreprises peuvent se concentrer sur l'innovation et la stratégie pour les produits, la commercialisation et les segments de la fabrication et des services à la plus forte valeur ajoutée, réduisant dès lors le contrôle direct qu'elles exercent sur des tâches « non fondamentales » telles que les services auxiliaires et la production à grande échelle.

### **3) De la difficulté de construire un TES inter-pays : le cas du projet FIGARO (Eurostat)**

Le TES symétrique inter-pays d'Eurostat est basé sur 4 types de sources : les comptes nationaux, le cadre entrées-sorties national, les données internationales de commerce de biens et services, et enfin les statistiques d'entreprises.

Le passage d'un TES symétrique national à un TES symétrique inter-pays consiste à ventiler les imports de biens et services intermédiaires et finals entre pays d'origine (et branches exportatrices). En corollaire, il est aussi possible de ventiler les exports nationaux par pays de destination et par type d'emploi (intermédiaire ou final), ce qui permet indirectement de déterminer les importations par pays d'origine.

La principale difficulté de la constitution d'un TES inter-pays est d'arriver à obtenir un équilibre des statistiques de commerce bilatéral entre pays pour chaque bien et service. Il est nécessaire de corriger les asymétries. Certaines asymétries peuvent être dues à des différences d'enregistrement temporelles entre imports et exports, à des biens transitant par des pays tiers, à des biens restant en douane un certain temps, à des différences de systèmes d'enregistrement commerciaux entre pays, ou encore à des biens transitant par des zones qui ne sont pas enregistrées par le pays exportateur. Les statistiques d'entreprises consolident l'analyse en fournissant une information supplémentaire sur la taille des entreprises, leur statut d'exportateur, leur propriété et le type d'emploi des biens et services qu'ils exportent (intermédiaire ou final).

Pour les biens, les bases COMEXT et UN COMTRADE sont utilisées. Eurostat en a donné un exemple sur le commerce de pétrole entre l'Espagne et le Portugal : COMEXT et UN COMTRADE retracent 576 M€ d'imports portugais de pétrole depuis l'Espagne. Ces deux bases retracent aussi des exports de pétrole pour 510 M€ FAB de l'Espagne vers le Portugal. La différence entre exports et imports pourrait être imputée à la correction CAF/FAB. COMEXT et UN COMTRADE semblent concordantes, on pourrait en déduire qu'il n'y a pas de quasi-transit. Toutefois, en regardant l'information sur le pays d'origine, qui est présent dans COMEXT mais pas dans UN COMTRADE, il apparaît un montant importé de 505 M€ de pétrole du Portugal en provenance d'Algérie et 71 M€ en provenance réellement d'Espagne. Cela indique clairement que l'Espagne réexporte du pétrole d'Algérie vers le Portugal pour un montant d'environ 505 M€. Ce diagnostic est confirmé par le TES espagnol côté production où la quantité d'extraction de pétrole atteint 110 M€ (elle est donc inférieure aux 510 M€ exportés vers le Portugal), dont 71 M€ sont exportés vers le Portugal. Une part des réexportations espagnoles correspond à des marges de commerce international. En conclusion, il faut enregistrer 455 M€ de commerce de pétrole entre l'Algérie et le Portugal, et 71 M€ de commerce de pétrole entre l'Espagne et le Portugal, et enfin un service correspondant à des marges sur réexportation entre le Portugal et l'Espagne.

Pour les services, la principale source est la balance des paiements (BPM6) en nomenclature EBOPS. Les points de réconciliation sur les services concernent le traitement du travail à façon et

l'évaluation de la propriété économique des biens sur lesquels les services sont appliqués (lorsque c'est le cas).

Une des difficultés réside aussi dans la valorisation CAF-FAB qui nécessite une mise en cohérence bilatérale et multi-latérale. Des retraitements doivent aussi être opérés concernant les ré-exportations et le quasi-transit.

Le nombre et la taille des asymétries bilatérales peuvent être importantes voir même insurmontables. Eurostat a adopté la stratégie de traiter manuellement les plus gros écarts, puis de traiter les écarts restants (de second ordre) par un indice symétrique bilatéral qui consiste à faire une moyenne pondérée des deux montants à réconcilier. L'OCDE adopte la même stratégie de réconciliation (cf Fortanier and Sarrazin, 2016).

En pratique, par rapport aux TES symétriques envoyés par les états-membres, la partie domestique devrait être inchangée. Par contre la partie importée fait l'objet d'ajustements pour la mise en cohérence inter-pays. Toutefois, cette mise en cohérence nécessite de conserver le PIB au niveau total. Les ajustements réalisés par branche sont donc réalisés sous cette contrainte.

## Annexe 3 - Analyse des biais d'agrégation

### La structure des coefficients techniques

Pour comprendre pourquoi ces problèmes d'agrégation touchent plus certains produits que d'autres, il est possible d'observer la structure des coefficients techniques au niveau A138. Pour cela il faut repérer au niveau plus agrégé quel est le produit où la consommation intermédiaire du produit (/branche) est la plus forte. Ensuite en regardant la sous-matrice au niveau A138 qui correspond à une seule case diagonale au niveau agrégé, il semble que le principal problème provienne d'un déséquilibre de cette sous-matrice. Ce que nous appelons déséquilibre est le fait qu'un sous-produit soit prédominant dans la consommation intermédiaire d'un autre produit (/branche). Prenons l'exemple concret du produit CI au niveau A38. Nous constatons que le produit qu'il utilise le plus pour la production est lui-même. Et si nous observons la sous-matrice CI x CI au niveau A138, nous remarquons que le sous-produit « GC26B – Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques » participe largement à la production des autres produits avec trois coefficients techniques de plus de 0,12.

Sous-matrice des coefficients techniques CI x CI		GC26A	GC26B	GC26C	GC26D	GC26E	GC26F	GC26G
GC26A	Fabrication de composants et cartes électroniques	0,025	0,014	0,000	0,001	0,000	0,002	0,006
GC26B	Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques	0,068	0,124	0,000	0,007	0,002	0,001	0,003
GC26C	Fabrication d'équipements de communication	0,003	0,072	0,019	0,032	0,005	0,000	0,011
GC26D	Fabrication de produits électroniques grand public	0,004	0,127	0,000	0,063	0,005	0,005	0,012
GC26E	Fabrication d'instruments et d'appareils de mesure, d'essai et de navigation ; horlogerie	0,001	0,038	0,000	0,022	0,096	0,001	0,003
GC26F	Fabrication d'équipements d'irradiation médicale, d'équipements électromédicaux et électrothérapeutiques	0,001	0,040	0,001	0,011	0,000	0,088	0,004
GC26G	Fabrication de matériels optique et photographique ; fabrication de supports magnétiques et optiques	0,001	0,198	0,000	0,011	0,000	0,002	0,023

Sous-matrice CI x CI des coefficients techniques au niveau A138

### Résultats sur l'agrégation de la modélisation en variation de demande finale

Pour tester la robustesse des variations en volume, il faut procéder en deux étapes. Dans un premier temps, on simule un choc de demande d'une certaine valeur sur un produit donné au niveau le plus agrégé. Puis on ventile ce choc aléatoirement au niveau A138 (qui est toujours le niveau le plus fin d'agrégation). Par exemple, le produit « AZ » du niveau A38 se désagrège en trois produits au niveau A138 : « A01Z », « A02Z » et « A03Z ». Donc si on décide d'effectuer un choc sur le produit « AZ » au niveau A38, il faut le ventiler entre les trois produits précédemment explicités. Dans notre exemple, nous souhaitons ventiler une certaine valeur X entre 3 postes. On tire donc au hasard 3 réels entre 0 et 1 (suivant une loi uniforme) que nous notons  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ . La ventilation finale sera pour le premier

poste sera :  $\frac{x_1 * X}{x_1 + x_2 + x_3}$  et ainsi de suite pour les postes 2 et 3. Une ventilation aléatoire ne peut

être efficace que s'il est possible de la répéter un grand nombre de fois. En effet, il est nécessaire d'explorer une grande part des ventilations pour ne pas tomber sur une structure particulière. Les résultats présentés sont donc les moyennes des biais d'agrégation de ces répétitions. Ensuite, les résultats du choc au niveau A138 sont agrégés au niveau souhaité. Nous regardons ensuite la différence entre les deux vecteurs et cela correspond au biais d'agrégation.

### Les résultats

Afin d'avoir une vue d'ensemble des effets d'agrégation, il est possible de simuler un choc sur tous les produits afin de regarder quels sont ceux les plus sensibles ou les plus problématiques. Les résultats suivants sont pour le niveau d'agrégation A10 (le niveau le plus fin est A138), avec un choc d'une valeur de 10 milliards et un nombre de répétitions de 10 000. Chaque colonne représente le biais

d'agrégation (en pourcentage de l'emploi final) lorsque le choc est effectué sur le produit de la colonne.

En %	AZ	BE	FZ	GI	JZ	KZ	LZ	LI	MN	OQ	RU
AZ	1,5	0,5	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
BE	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FZ	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GI	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
JZ	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
KZ	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,8	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
LZ	0,1	0,1	1,3	0,0	0,1	0,2	0,1	1,3	0,3	0,1	0,2
LI	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MN	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,0	0,1
OQ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RU	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1

**Note de lecture** : Pour un choc de 10 milliards sur le produit « AZ » de la nomenclature A10, le biais d'agrégation pour le produit « AZ » correspond à 1,5 % de l'emploi final total. Le biais d'agrégation pour le produit « BE » est de 0,2%, pour « FZ » de 0,0 % et ainsi de suite.

Il est dès lors possible de souligner que le plus grand biais d'agrégation en proportion de l'emploi final n'est pas nécessairement sur la diagonale. En effet, pour un choc de 10 milliards sur le produit « FZ », « FZ » n'a un biais que de 0,4 %, alors que « LZ » a un biais de 1,3 %.

On peut noter que le produit « LZ » semble être le plus sensible aux chocs des autres produits, et le produit « FZ » semble être celui qui provoque le plus d'erreur. La proportion d'erreur n'est vraisemblablement pas corrélée avec le nombre de produits agrégés, car le produit BE qui en agrège 71 (globalement toute l'industrie) ne présente pas de valeurs élevées.

Les écarts en proportion peuvent être supérieurs, pour les niveaux A17 et A38. Cela peut être principalement dû au fait que les sous-produits « problématiques » sont compensés au niveau A10 par d'autres produits moins problématiques. Ainsi au niveau A38, le produit BZ est le plus sensible et présente en moyenne un écart relatif de quasiment 1 %. Il est également possible de souligner qu'au niveau A38, un choc sur le produit « AZ » est celui qui cause le plus d'écart relatif.

Il semble que cette proportion d'erreur est linéaire et croissante avec la valeur du choc effectué. Cependant, **jusqu'à un choc de 200 milliards, la proportion totale d'erreur reste limitée et inférieure à 1 %.**

### ***Le temps d'exécution du programme***

Le principe du programme étant de ventiler aléatoirement un choc d'un niveau agrégé à un niveau plus fin, il est évidemment conseillé de prendre un nombre de répétition assez grand pour que l'aléa explore toutes les possibilités. Il est donc utile d'avoir une idée du temps d'exécution du programme afin de savoir combien de répétitions il est possible de faire.

Pour le premier programme sur la variation en volume, le temps estimé pour 1000 répétitions est de **1 minute 10**. La complexité temporelle est tout à fait linéaire. Pour le second programme sur les variations en volume importé, il faut compter **2 minutes 30** pour 1000 répétitions.

## Annexe 4 - Le compte des ménages par catégories

### **1/ Présentation et contexte**

Les comptes nationaux mesurent de façon exhaustive les grands agrégats macroéconomiques (revenus, consommation, épargne) et décrivent leurs évolutions. En revanche, adoptant une approche macroéconomique qui ne considère qu'un ménage représentatif, ils ne renseignent pas sur les disparités qui existent au sein de l'ensemble des ménages.

Les enquêtes auprès des ménages permettent d'enrichir la description de leurs revenus et de leurs consommations et d'étudier les disparités entre les différents types de ménages en allant au-delà des moyennes calculées par les comptes nationaux. Grâce à un rapprochement rigoureux du champ, des concepts et des définitions retenus dans les enquêtes avec ceux adoptés par les comptes nationaux, les deux approches peuvent être associées pour obtenir un compte des ménages par catégorie.

La décomposition du compte des ménages par catégories consiste à répartir entre les catégories de ménages chaque composante du revenu ou de la consommation. À répartition fixée, l'évolution annuelle de ces composantes affecte différemment chaque catégorie.

Le dossier intitulé « Les revenus, la consommation et l'épargne des ménages par grande catégorie entre 2011 et 2015 » de Jérôme Accardo, Sylvain Billot, Maël-Luc Buron dans « l'Économie française » édition 2017 présente une décomposition du compte des ménages de l'année 2011 selon le niveau de vie, l'âge, la catégorie socioprofessionnelle de la personne de référence et selon la composition du ménage. Il en ressort notamment que, comme le revenu disponible des 20 % des ménages les plus aisés est près de quatre fois plus élevé que celui des 20 % les plus modestes, et que les écarts de consommation sont plus réduits, le taux d'épargne s'élevant avec le niveau de vie.

Une étude de ce type a déjà été réalisée sur l'année 2003 [Accardo et al., 2009]. La démarche est reprise, dans ses grandes lignes, pour obtenir des comptes par catégories de ménages pour l'année 2011. Elle a été prolongée par un exercice de projection de cette décomposition sur les années 2012-2015 de type « nowcasting ». Elle conserve, pour chaque composante détaillée du revenu disponible et de la consommation, les écarts relatifs observés entre catégories de ménages pour l'année 2011 et fait évoluer son niveau global comme l'indiquent les comptes nationaux établis pour 2012-2015. Chacune des composantes ayant, dans le revenu ou dans la consommation, un poids différent selon les catégories de ménage, ces évolutions affectent les disparités entre ménages.

### **2/ Les données disponibles**

Les ventilations résultant du compte des ménages par catégories sont réalisées en nomenclature fonctionnelle correspondant à la COICOP niveau 3. À noter que la fonction 8 (communication) n'est pas détaillée, à l'inverse de la fonction 6 (santé) qui est détaillée alors qu'elle ne l'est généralement pas.

La décomposition de ce compte des ménages par catégories se fait selon le quintile de revenu, la tranche d'âge, la composition familiale ou encore la catégorie socio-professionnelle.

### **3) Comment utiliser ces ventilations avec Avionic ?**

La structure offerte par le compte des ménages par catégorie permet d'envisager une décomposition supplémentaire des résultats en sortie d'Avionic qui peuvent être décomposés dans ce cadre (une fois passés en nomenclature fonctionnelle).



À titre d'exemple, une simulation de choc sur les prix de l'énergie aura un effet sur les prix des différents produits de consommation des ménages. Si l'on applique terme à terme ces évolutions de prix à la structure du compte des ménages par catégories, cela repondère les résultats et permet d'identifier la hausse de prix estimée par exemple pour le premier quintile, ou pour les retraités, les familles monoparentales, etc.

Second exemple : les contenus en importations (partie importée directe ou indirecte) peuvent être ventilés selon le compte des ménages par catégorie, ce qui permet par exemple d'identifier la part de la consommation en un produit importé pour le premier quintile, ou pour les retraités, les familles monoparentales, etc.

#### ***4/ Les étapes pratiques en sortie d'Avionic pour utiliser le compte des ménages par catégories***

Des tables de passage ont été constituées sur l'année 2015 pour permettre de passer directement des différents niveaux de la nomenclature NA à la nomenclature fonctionnelle et permettre ainsi les décompositions voulues.

Un travail similaire pourrait être réalisé pour les années 2011 et 2003 de manière à disposer de plusieurs jalons temporels. Toutefois il est précisé dans la dernière publication dans « l'Économie française » que les décompositions de 2003 et 2011 ne sont pas directement comparables. Il conviendra donc de prendre des précautions dans leur utilisation. Des tests seront toutefois réalisés, pour examiner si au niveau macro, les différences méthodologiques sous-jacentes aux décompositions de 2003 et de 2011 posent une difficulté ou s'il est possible de les utiliser en structure.

## Annexe 5 - Les données disponibles

Le modèle Avionic nécessite la disponibilité de TES symétriques. Cette partie a pour objectif de présenter les données qui existent et sont disponibles à l'Insee dans un premier temps, puis dans les autres organismes internationaux dans un second temps.

### **1) Les données disponibles à l'Insee**

L'Insee publie des TES symétriques à partir de l'année 2010 au niveau A38. Ceux-ci sont disponibles sur le site de l'Insee à l'adresse suivante : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2383687?sommaire=2383694#titre-bloc-1>.

Cependant, le département des comptes nationaux possède les TES symétriques depuis 2010 au niveau G (138 produits). Ce niveau de détail n'est pas publié. Un tel détail des produits permet de rendre acceptables de nombreuses hypothèses du modèle (voir Partie 2 : les hypothèses et limites du modèle).

Ces TES symétriques sont disponibles depuis le changement de base 2010 des comptes nationaux. En effet, ces derniers sont dorénavant envoyés à Eurostat. Ceci est obligatoire pour tous les pays européens.

Les TES symétriques n'ont toutefois pas été rétopolés par l'Insee et ne sont pas disponibles avant 2010. Ce travail de rétopolation a été effectué par M. Pak et A. Poissonnier en vue de leur étude « Accounting for technology, trade and final consumption in employment ». En utilisant la méthode de construction des TES symétriques des comptes nationaux à un niveau plus agrégé, ils ont pu rétopoler les TES symétriques français entre 1980 et 2010 (en nomenclature Naf Rev 2). Cette rétopolation a été effectuée au niveau 48 produits.

### **2) Les données disponibles dans les autres organismes internationaux**

D'autres organismes mettent à disposition des TES symétriques, que ce soit pour la France ou d'autres pays. La difficulté de ces bases de données est qu'elles n'utilisent pas tous avec la même nomenclature. De plus, les TES symétriques sont publiés à un niveau plus agrégé que le 138 produits des comptes nationaux de l'Insee.

- **Eurostat** travaille à un niveau de nomenclature 64 produits (nomenclature NACE). Les TES symétriques sont disponibles pour tous les pays européens depuis 2010. On peut par exemple trouver les TES symétriques français depuis 1999 et allemands depuis 2000.
- **L'OCDE** transmet les TES symétriques de tous les pays membres entre 1995 et 2011. Ceux-ci le sont à un niveau très agrégé de 34 produits (nomenclature ISIC rév.3).
- **La WIOD** transmet des TES symétriques entre 2000 et 2014 pour une liste de pays à peu près semblable à celle de l'OCDE. Le niveau est toutefois plus fin puisqu'il est de 56 produits (ISIC rév.4).

## Annexe 6 - Compléments sur la modélisation en prix et la construction des coefficients de transmission

La partie « modélisation en prix » d'Avionic constitue l'une de ses spécificités. En effet, la plupart des modèles Input-Output inspirés de ceux de Leontief n'incluent pas de modélisation en prix, et ce en raison des hypothèses mobilisées par cette famille de modélisation.

Pourtant, ces modèles se révèlent particulièrement précieux pour appréhender la manière dont un choc de prix exogène sur un produit va se transmettre à l'ensemble de l'économie. Rappelons que l'hypothèse de non-substituabilité suppose que le choc initial doit être opéré sur un produit peu substituable, ce qui tend à être vrai par branche comme représentés dans les TEI.

La modélisation en prix standard des modèles I-O fait l'hypothèse que les firmes transmettent l'ensemble des hausses de coûts qu'elles subissent dans leurs prix. Cela signifie qu'une entreprise productrice de voiture qui voit croître les coûts de l'acier, ce qui augmente de 10 % ses coûts de production augmentera des mêmes 10 % ses prix et maintiendra ainsi son taux de marge constant. Cette hypothèse, peu réaliste comme l'a montré la littérature économique des dernières décennies (cf. infra), nécessite d'être levée, par exemple en pondérant cette transmission par ce que nous appellerons des « coefficients de transmission » des prix.

Il est en effet possible d'intégrer à l'échelle de chaque branche un coefficient de transmission des prix qui correspond à la proportion des variations de coûts liées à une modification des prix de leurs consommations intermédiaires que les entreprises vont répercuter dans leur prix. Donnons un exemple pour clarifier :

- Soit une entreprise de production de voiture utilisant une consommation intermédiaire d'acier égale à 20 % de ses coûts. Si les prix de l'acier doublent, ses coûts vont augmenter de  $50 \% * 20 \% = 10 \%$ . Si son coefficient de transmission des prix est de 0,8, elle augmentera ses prix de  $10 \% * 0,8 = 8 \%$ .

L'établissement de coefficients de prix à l'échelle de chaque branche induit un certain nombre de réflexions sur la signification de tels coefficients, la manière de les établir et de les estimer, et la façon de les intégrer au sein de la modélisation.

### 1) *Présentation théorique et résultats de la littérature*

#### 1.1 Rigidité et deep habits : éléments de théorie

L'étude de la rigidité des prix en économie provient largement du courant des néokeynésien qui émerge dans les années 1970. Fischer (1977) puis Phelps and Taylor (1977) vont lancer la première modélisation sous le nom de « incomplete cost pass-through ». Dans les modèles de Fischer et Taylor, la transmission incomplète des coûts est liée au fait que les contrats sont signés à et pour de multiples périodes. Il y a donc nécessairement un effet de retard au moment d'un choc exogène modélisé par une variable stochastique. L'existence de contrats de longue durée est elle-même justifiée par les coûts de transaction (Williamson (1979)) qui poussent à ne pas renégocier trop rapidement les contrats. Dans cette lignée, de nouveaux facteurs explicatifs aux prix rigides ont été proposées, notamment ceux de coûts de catalogues (menu costs) dont une synthèse est proposée par Mankiw (1985). Il est coûteux pour une entreprise de modifier ses prix car il faut rééditer son catalogue, changer les étiquettes ou renégocier les contrats. De ce fait, les entreprises changeront leurs prix le moins souvent possible. Un dernier type d'explication concerne l'asymétrie d'information. Il est coûteux pour les clients de se renseigner sur l'ensemble des prix, mais la tâche serait impossible si les prix s'ajustaient en permanence. Tous ces facteurs explicatifs d'une transmission incomplète de coûts reposent sur l'idée de faible fréquence d'ajustement des prix plutôt que sur un ajustement incomplet d'un point de vue quantitatif.

Il en découle que le coefficient de transmission des prix s'interprète comme la proportion des entreprises qui ont ajusté leurs prix au cours de la période considérée. Si, par exemple, dans une branche les entreprises changent leurs prix une fois par an en moyenne et que ces changements de prix sont uniformément répartis sur l'année, un trimestre après un choc de prix, un tiers des entreprises auront ajusté leurs prix, ce qui au niveau agrégé induit un coefficient de transmission de 0,33. Cette interprétation permet de résoudre le problème épineux du passage au long terme dans le cas d'un coefficient inférieur à 1. En effet, un coefficient inférieur à 1 à long terme signifierait qu'à mesure que les prix augmentent, la marge se rétrécit, jusqu'au point où les coûts dépassent les prix et où les firmes perdent de l'argent. Ce scénario est absurde, et les théories axées sur une rigidité dans l'ajustement qui induit un retard permettent de comprendre comment on peut avoir des coefficients de court terme inférieurs à 1 et des coefficients de long terme autour de l'unité. Cette relation entre fréquence de l'ajustement et coefficient de transmission des prix est mise en évidence par Gopinath and Itskhoki (2010). Une autre manière de résoudre ce problème est avancée par Geroski (1992), qui trouve des coefficients de transmission des prix inférieurs à 1 mais avec un facteur temporel pur positif : les prix ne s'ajustent pas complètement aux coûts, mais augmentent tous les ans indépendamment des variations de coûts, ce qui permet de compenser la baisse du taux de marge.

Nous présentons aussi un autre type de modèle explicatif de la transmission incomplète des coûts, qui s'appuie sur un autre jeu d'hypothèses. Il s'agit de l'approche de Ravn et al. (2010) utilisant le cadre des « deep habits » exposé dans Ravn et al. (2006). Dans ce modèle, l'utilité découle non seulement de la consommation à la période  $t$  mais également d'un « stock » d'habitudes qui fait que les agents économiques vont préférer consommer ce qu'ils ont déjà consommé plutôt que ce qu'ils ne connaissent pas. Dans ces conditions, les firmes vont avoir un mode de fixation des prix prenant en compte les consommations futures : un client aujourd'hui apportera aussi des profits demain car il a de grandes chances de revenir vers le même produit.

## 1.2 Premiers résultats empiriques

Aux côtés de la littérature théorique sur les rigidités de prix, il existe un grand nombre d'études empiriques sur la transmission des coûts Nakamura and Steinsson (2008) établissent d'importants faits stylisés confirmés par la littérature postérieure :

- Les prix à la consommation changent environ une fois par an en excluant les soldes et deux si on les inclut.
- Un tiers des changements de prix hors solde sont des baisses de prix.
- La fréquence de changement de prix covarie grandement avec l'inflation.
- Les changements de prix sont saisonniers, plus haut au premier semestre de chaque année puis décroissants.

Le dernier fait essentiel est mis en évidence par Carlton (1986) ou Álvarez and Hernando (2006) est le suivant :

- La transmission des prix est plus forte dans les secteurs les plus compétitifs.

En plus de ces résultats généraux sur les prix, un certain nombre d'études économétriques ont été réalisées pour estimer les coefficients de transmission des prix :

Auer et al. (2014), Goldberg and Verboven (2001), Campa and Goldberg (2006) et Geroski (1992), Weiss (1995) et Hall et al. (2000) à des niveaux plus macroéconomiques obtiennent des résultats compris entre 0,3 et 0,8. Hovhannisyan (2017) utilise une méthode légèrement plus sophistiquée pour le marché du yoghourt puisqu'il prend en compte les augmentations croisées de coûts. Si une marque voit ses coûts augmenter sur un produit en particulier, elle peut augmenter ses prix sur un autre produit pour lequel la clientèle serait plus captive pour ne pas rogner sur son taux de marge global. Même en prenant en compte ces effets croisés, il trouve une valeur d'environ 0,4 pour le coefficient de transmission des prix. Une partie importante de la littérature sur la transmission des prix provient d'économistes du commerce international s'intéressant aux effets d'un changement de coût lié à des

variations du taux d'intérêt. Les résultats obtenus par ces auteurs (Hellerstein (2008), Goldberg and Hellerstein (2008)) sont similaires à ceux qui s'intéressent aux stratégies de pricing d'un point de vue microéconomique.

Un dernier résultat important est celui Nakamura (2008) : L'auteur montre que les variations de prix chez les détaillants sont largement idiosyncrasiques. Seulement 16 % des variations de prix de détail d'un même produit sont communes chez les détaillants. Ce niveau monte à 65 % si on s'intéresse à une seule chaîne de supermarchés. Ce fait s'accompagne du fait que les variations de prix ont beaucoup plus lieu au niveau des détaillants qu'au niveau des grossistes. L'article montre que la fixation des prix n'est pas principalement une fonction de grandes variables comme la productivité, le taux de change, les salaires ou les consommations intermédiaires, mais de facteurs plus difficilement observables, ce qui va impliquer de grandes variations autour des tendances, ce que l'on retrouve dans la littérature empirique via des coefficients  $R^2$  très élevés.

## **2) Méthode d'estimation des coefficients**

### **2.1 Équations et données**

Les coefficients sont estimés avec la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) en régressant l'équation classique retrouvée fréquemment dans la littérature existante (Auer et al. (2014), Geroski (1992)). Comme les consommations intermédiaires ne représentent qu'une partie des coûts la variation des coûts est remplacée par la variation des coûts des CI multipliée par la proportion des CI dans l'ensemble des coûts dans l'équation de Auer-Geroski. À cette équation initiale, deux variables de contrôle sont ajoutées : la phase du cycle dans laquelle on se situe, sous forme d'une variable indicatrice, et l'inflation, sous deux formes différentes : la première fois sous la forme d'une variable indicatrice en cas de forte inflation (supérieur à 5 %), et la seconde fois en intégrant l'inflation avec ses valeurs pendant la période. Toutefois, des problèmes de multicollinéarité se posent de manière importante dans le second cas, ce qui amène à écarter les périodes d'inflation jugées anormales, soit quand celle-ci dépassait les 5 % et les quelques trimestres d'inflation négative autour de 2014. Par ailleurs, les variables indicatrices ont été régressées avec les effets croisés, et il faut noter qu'une régression avec des lags s'est avérée impossible à effectuer en raison de problèmes de multicollinéarité (la corrélation entre les variations au trimestre  $t$  et au trimestre  $t+1$  est très forte).

Les estimations ont été faites à partir des données des comptes de branches utilisées comme base de travail par la division des comptes trimestriels, à une nomenclature à 48 postes. Il s'agit essentiellement des TES pour chaque trimestre allant du premier trimestre 1980 au premier trimestre 2018. Le passage en taux de variation faisant perdre une année, la population obtenue contient 152 individus.

### **2.2 Hypothèses et robustesse**

Les moindres carrés ordinaires impliquent un certain nombre d'hypothèses qu'il importe de spécifier et de contrôler :

**Hypothèses sur les variables explicatives** : elles sont au nombre de trois :

- Les variables explicatives sont non stochastiques.
- La variance est finie quand le nombre d'observations tend vers l'infini.
- Les variables explicatives ne sont pas colinéaires.

Les hypothèses sur les variables explicatives ne sont pas problématiques ici.

Hypothèses sur les résidus :

- L'espérance du terme d'erreur est nulle pour tous les individus. Les variables de contrôle servent à éviter un biais dans l'estimateur, mais il est concrètement impossible de vérifier l'absence de biais du terme d'erreur.
- La variance des termes d'erreur est toujours la même, c'est l'hypothèse d'hétéroscédasticité .
- Les résidus ne sont pas corrélés entre eux. Cette hypothèse a été vérifiée à l'aide du test de Durbin-Watson.
- Les résidus suivent une loi normale. Vérifiée graphiquement et à l'aide du test de Shapiro-Wilke cette hypothèse est vérifiée pour la plupart des branches. Lorsqu'elle ne l'est pas, c'est associé aux branches pour lesquelles il a été impossible de déterminer des coefficients de transmission. La vérification de cette hypothèse englobe celle d'hétéroscédasticité, et conditionne la validité de la plupart des tests.

**Une hypothèse liée à la dimension temporelle** : c'est l'hypothèse de non-endogénéité des variables explicatives.

On suppose que les coûts en t ne sont pas déterminés par les prix aux périodes précédentes. Cette hypothèse est manifestement violée, sans qu'il ait été possible de trouver une solution satisfaisante pour régler ce problème. Cela affecte la robustesse de la modélisation et limite la portée des estimations.

### 3) Résultats

Les principaux résultats obtenus pour les coefficients de transmission des prix sont exposés dans les tables 1 et 2 ci-dessous. Les colonnes 1 à 3 présentent les résultats pour la régression de l'équation avec l'inflation comme variable indicatrice. Les colonnes 4 à 6 présentent les résultats pour la seconde équation. Dans chaque moitié du tableau, la première colonne (1 et 4) contient la valeur des coefficients de transmission des prix, la seconde (2 et 5) la p-value du test de Student de significativité individuelle, et la dernière (3 et 6) la valeur du R<sup>2</sup> ajusté.

	1	2	3	4	5	6
Agriculture	6,88E-01	9,83E-07	3,10E-01	8,26E-01	1,37E-02	1,68E-01
Sylviculture et pêche	9,24E-01	2,21E-20	6,39E-01	9,83E-01	7,46E-06	6,24E-01
Extraction	6,22E-01	4,94E-06	4,47E-01	[5,48E-01]	[1,49E-01]	[2,89E-01]
Electricité-gaz-AC	3,37E-01	1,87E-04	2,55E-01	4,91E-01	2,71E-02	1,55E-01
Eau-déchets	3,90E-01	6,22E-07	6,26E-01	4,27E-01	2,38E-02	2,41E-01
Aliments	7,85E-01	1,45E-20	7,29E-01	9,24E-01	1,75E-08	6,29E-01
Boissons-Tabac	5,94E-02	6,42E-01	2,36E-01	1,07E-01	7,08E-01	-1,98E-03
Cokefaction Raffinage	1,24E+00	5,10E-87	9,59E-01	[1,32E+00]	[3,18E-41]	[9,62E-01]
Info, élec, optique	4,58E-01	2,19E-01	1,72E-01	7,56E-01	3,84E-01	6,40E-03
Équipement électrique	7,57E-01	3,01E-07	4,30E-01	[1,28E+00]	[7,73E-04]	[2,40E-01]
Machine-équipement	7,42E-01	4,80E-08	5,29E-01	5,46E-01	1,54E-01	2,87E-01
Automobiles	6,82E-01	1,86E-04	4,29E-01	[1,07E-01]	[8,10E-01]	[1,55E-01]
Autres transports	5,76E-01	1,75E-12	3,84E-01	[2,86E-01]	[1,70E-01]	[3,41E-01]
Textiles et vêtements	6,05E-01	7,22E-08	6,56E-01	8,41E-01	2,80E-03	3,67E-01
Bois-papier-imprimerie	1,01E+00	2,77E-27	8,02E-01	1,22E+00	2,44E-09	7,25E-01
Chimie	6,51E-01	1,63E-18	6,70E-01	7,06E-01	8,21E-06	6,62E-0
Pharmacie	4,46E-01	8,65E-04	3,36E-01	6,24E-01	4,66E-02	1,08E-01
Caoutchouc-plastique	3,87E-01	3,05E-08	6,40E-01	3,53E-01	1,81E-02	4,69E-01
Métaux	1,01E+00	3,05E-21	7,48E-01	[1,34E+00]	[1,87E-10]	[7,27E-01]
Autres produits manuf-réparations	8,99E-01	4,91E-10	6,25E-01	[1,48E+00]	[1,45E-05]	[3,30E-01]
Bâtiment	6,82E-01	3,27E-05	4,01E-01	[1,69E+00]	[3,68E-05]	[2,00E-01]
Génie civil	1,37E+00	7,12E-17	5,85E-01	2,03E+00	4,01E-09	5,39E-01

TABLE 1 – Coefficients de transmission des prix pour les biens

## Liste des documents de travail de la Direction des Études et Synthèses Économiques

ii

G 9001	J. FAYOLLE et M. FLEURBAEY Accumulation, profitabilité et endettement des entreprises	G 9202	J. OLIVEIRA-MARTINS, J. TOUJAS-BERNATE Macro-economic import functions with imperfect competition - An application to the E.C. Trade	G 9310	J. BOURDIEU - B. COLIN-SEDILLOT Les théories sur la structure optimale du capital : quelques points de repère	G 9410	F. ROSENWALD Suivi conjoncturel de l'investissement
G 9002	H. ROUSSE Détection et effets de la multicollinéarité dans les modèles linéaires ordinaires - Un prolongement de la réflexion de BELSLEY, KUH et WELSCH	G 9203	I. STAPIC Les échanges internationaux de services de la France dans le cadre des négociations multilatérales du GATT Juin 1992 (1ère version) Novembre 1992 (version finale)	G 9311	J. BOURDIEU - B. COLIN-SEDILLOT Les décisions de financement des entreprises françaises : une évaluation empirique des théories de la structure optimale du capital	G 9411	C. DEFEUILLEY - Ph. QUIRION Les déchets d'emballages ménagers : une analyse économique des politiques française et allemande
G 9003	P. RALLE et J. TOUJAS-BERNATE Indexation des salaires : la rupture de 1983	G 9204	P. SEVESTRE L'économétrie sur données individuelles-temporelles. Une note introductive	G 9312	L. BLOCH - B. CŒURÉ Q de Tobin marginal et transmission des chocs financiers	G 9412	J. BOURDIEU - B. CŒURÉ - B. COLIN-SEDILLOT Investissement, incertitude et irréversibilité Quelques développements récents de la théorie de l'investissement
G 9004	D. GUELLEC et P. RALLE Compétitivité, croissance et innovation de produit	G 9205	H. ERKEL-ROUSSE Le commerce extérieur et l'environnement international dans le modèle AMADEUS (réestimation 1992)	G 9313	Équipes Amadeus (INSEE), Banque de France, Méric (DP) Présentation des propriétés des principaux modèles macroéconomiques du Service Public	G 9413	B. DORMONT - M. PAUCHET L'évaluation de l'élasticité emploi-salaire dépend-elle des structures de qualification ?
G 9005	P. RALLE et J. TOUJAS-BERNATE Les conséquences de la désindexation. Analyse dans une maquette prix-salaires	G 9206	N. GREENAN et D. GUELLEC Coordination within the firm and endogenous growth	G 9314	B. CREPON - E. DUGUET Research & Development, competition and innovation	G 9414	I. KABELA Le Choix de breveter une invention
G 9101	Équipe AMADEUS -Présentation générale	G 9207	A. MAGNIER et J. TOUJAS-BERNATE Technology and trade: empirical evidences for the major five industrialized countries	G 9315	B. DORMONT Quelle est l'influence du coût du travail sur l'emploi ?	G 9501	J. BOURDIEU - B. CŒURÉ - B. SEDILLOT Irreversible Investment and Uncertainty: When is there a Value of Waiting?
G 9102	J.L. BRILLET -Propriétés variantielles	G 9208	B. CREPON, E. DUGUET, D. ENCAOUA et P. MOHNER Cooperative, non cooperative R & D and opti mal patent life	G 9316	D. BLANCHET - C. BROUSSE Deux études sur l'âge de la retraite	G 9502	L. BLOCH - B. CŒURÉ Imperfections du marché du crédit, investissement des entreprises et cycle économique
G 9103	D. GUELLEC et P. RALLE Endogenous growth and product innovation	G 9209	B. CREPON et E. DUGUET Research and development, competition and innovation: an application of pseudo maximum likelihood methods to Poisson models with heterogeneity	G 9317	D. BLANCHET Répartition du travail dans une population hétérogène : deux notes	G 9503	D. GOUX - E. MAURIN Les transformations de la demande de travail par qualification en France Une étude sur la période 1970-1993
G 9104	H. ROUSSE Le modèle AMADEUS - Troisième partie - Le commerce extérieur et l'environnement international	G 9301	J. TOUJAS-BERNATE Commerce international et concurrence imparfaite : développements récents et implications pour la politique commerciale	G 9318	D. EYSSARTIER - N. PONTY AMADEUS - an annual macro-economic model for the medium and long term	G 9504	N. GREENAN Technologie, changement organisationnel, qualifications et emploi : une étude empirique sur l'industrie manufacturière
G 9105	H. ROUSSE Effets de demande et d'offre dans les résultats du commerce extérieur manufacturé de la France au cours des deux dernières décennies	G 9302	Ch. CASES Durées de chômage et comportements d'offre de travail : une revue de la littérature	G 9319	G. CETTE - Ph. CUNÉO - D. EYSSARTIER - J. GAUTÉ Les effets sur l'emploi d'un abaissement du coût du travail des jeunes	G 9505	D. GOUX - E. MAURIN Persistance des hiérarchies sectorielles de salaires: un réexamen sur données françaises
G 9106	B. CREPON Innovation, taille et concentration : causalités et dynamiques	G 9303	H. ERKEL-ROUSSE Union économique et monétaire : le débat économique	G 9401	D. BLANCHET Les structures par âge importent-elles ?	G 9505 Bis	D. GOUX - E. MAURIN Persistence of inter-industry wages differentials: a reexamination on matched worker-firm panel data
G 9107	B. AMABLE et D. GUELLEC Un panorama des théories de la croissance endogène	G 9304	N. GREENAN - D. GUELLEC / G. BROUSSAUDIER - L. MIOTTI Innovation organisationnelle, dynamisme technologique et performances des entreprises	G 9402	J. GAUTÉ Le chômage des jeunes en France : problème de formation ou phénomène de file d'attente ? Quelques éléments du débat	G 9506	S. JACOBZONE Les liens entre RMI et chômage, une mise en perspective NON PARU - article sorti dans <i>Économie et Prévision</i> n° 122 (1996) - pages 95 à 113
G 9108	M. GLAUDE et M. MOUTARDIER Une évaluation du coût direct de l'enfant de 1979 à 1989	G 9305	P. JAILLARD Le traité de Maastricht : présentation juridique et historique	G 9403	P. QUIRION Les déchets en France : éléments statistiques et économiques	G 9507	G. CETTE - S. MAHFOUZ Le partage primaire du revenu Constat descriptif sur longue période
G 9109	P. RALLE et alii France - Allemagne : performances économiques comparées	G 9306	J.L. BRILLET Micro-DMS - présentation et propriétés	G 9404	D. LADIRAY - M. GRUN-REHOMME Lissage par moyennes mobiles - Le problème des extrémités de série	G 9601	Banque de France - CEPREMAP - Direction de la Prévision - Erasmé - INSEE - OFCE Structures et propriétés de cinq modèles macro-économiques français
G 9110	J.L. BRILLET Micro-DMS	G 9307	J.L. BRILLET Micro-DMS - variantes : les tableaux	G 9405	V. MAILLARD Théorie et pratique de la correction des effets de jours ouvrables	G 9602	Rapport d'activité de la DESE de l'année 1995
G 9111	A. MAGNIER Effets accélérateur et multiplicateur en France depuis 1970 : quelques résultats empiriques	G 9308	S. JACOBZONE Les grands réseaux publics français dans une perspective européenne	G 9406	F. ROSENWALD La décision d'investir	G 9603	J. BOURDIEU - A. DRAZNIKES L'octroi de crédit aux PME : une analyse à partir d'informations bancaires
G 9112	B. CREPON et G. DUREAU Investissement en recherche-développement : analyse de causalités dans un modèle d'accélérateur généralisé	G 9309	L. BLOCH - B. CŒURÉ Profitabilité de l'investissement productif et transmission des chocs financiers	G 9407	S. JACOBZONE Les apports de l'économie industrielle pour définir la stratégie économique de l'hôpital public	G 9604	A. TOPIOL-BENSAÏD Les implantations japonaises en France
G 9113	J.L. BRILLET, H. ERKEL-ROUSSE, J. TOUJAS-BERNATE "France-Allemagne Couplées" - Deux économies vues par une maquette macro-économétrique			G 9408	L. BLOCH, J. BOURDIEU, B. COLIN-SEDILLOT, G. LONGUEVILLE Du défaut de paiement au dépôt de bilan : les banquiers face aux PME en difficulté	G 9605	P. GENIER - S. JACOBZONE Comportements de prévention, consommation d'alcool et tabagie : peut-on parler d'une gestion globale du capital santé ? Une modélisation microéconométrique empirique
G 9201	W.J. ADAMS, B. CREPON, D. ENCAOUA Choix technologiques et stratégies de dissuasion d'entrée						

G 9606	C. DOZ - F. LENGART Factor analysis and unobserved component models: an application to the study of French business surveys	G 9712	E. DUBOIS High Real Interest Rates: the Consequence of a Saving Investment Disequilibrium or of an insufficient Credibility of Monetary Authorities?	G 9805	P. CAHUC - Ch. GIANELLA - D. GOUX - A. ZILBERBERG Equalizing Wage Differences and Bargaining Power - Evidence from a Panel of French Firms	G 9911	retraite du secteur privé et de la fonction publique G. LAROQUE - B. SALANIÉ Une décomposition du non-emploi en France
G 9607	N. GREENAN - D. GUELLEC La théorie coopérative de la firme	G 9713	Bilan des activités de la Direction des Études et Synthèses Économiques - 1996	G 9806	J. ACCARDO - M. JLASSI La productivité globale des facteurs entre 1975 et 1996	G 9912	B. SALANIÉ Une maquette analytique de long terme du marché du travail
G 9608	N. GREENAN - D. GUELLEC Technological innovation and employment reallocation	G 9714	F. LEQUILLER Does the French Consumer Price Index Overstate Inflation?	G 9807	Bilan des activités de la Direction des Études et Synthèses Économiques - 1997	G 9912 Bis	Ch. GIANELLA Une estimation de l'élasticité de l'emploi peu qualifié à son coût
G 9609	Ph. COUR - F. RUPPRECHT L'intégration asymétrique au sein du continent américain : un essai de modélisation	G 9715	X. BONNET Peut-on mettre en évidence les rigidités à la baisse des salaires nominaux ?	G 9808	A. MOUROUGANE Can a Conservative Governor Conduct an Accommodative Monetary Policy?	G 9913	Division « Redistribution et Politiques Sociales » Le modèle de microsimulation dynamique DESTINIE
G 9610	S. DUCHENE - G. FORGEOT - A. JACQUOT Analyse des évolutions récentes de la productivité apparente du travail	G 9716	N. IUNG - F. RUPPRECHT Productivité de la recherche et rendements d'échelle dans le secteur pharmaceutique français	G 9809	X. BONNET - E. DUBOIS - L. FAUVET Asymétrie des inflations relatives et menus costs : tests sur l'inflation française	G 9914	E. DUGUET Macro-commandes SAS pour l'économétrie des panels et des variables qualitatives
G 9611	X. BONNET - S. MAHFOUZ The influence of different specifications of wages-prices spirals on the measure of the NAIRU: the case of France	G 9717	E. DUGUET - I. KABLA Appropriation strategy and the motivations to use the patent system in France - An econometric analysis at the firm level	G 9810	E. DUGUET - N. IUNG Sales and Advertising with Spillovers at the firm level: Estimation of a Dynamic Structural Model on Panel Data	G 9915	R. DUHAUTOIS Évolution des flux d'emplois en France entre 1990 et 1996 : une étude empirique à partir du fichier des bénéfices réels normaux (BRN)
G 9612	Ph. COUR - E. DUBOIS, S. MAHFOUZ, J. PISANI-FERRY The cost of fiscal retrenchment revisited: how strong is the evidence?	G 9718	L.P. PELÉ - P. RALLE Âge de la retraite : les aspects incitatifs du régime général	G 9811	J.P. BERTHIER Congestion urbaine : un modèle de trafic de pointe à courbe débit-vitesse et demande élastique	G 9916	J.Y. FOURNIER Extraction du cycle des affaires : la méthode de Baxter et King
G 9613	A. JACQUOT Les flexions des taux d'activité sont-elles seulement conjoncturelles ?	G 9719	ZHANG Yingxiang - SONG Xueqing Lexique macroéconomique français-chinois, chinois-français	G 9812	C. PRIGENT La part des salaires dans la valeur ajoutée : une approche macroéconomique	G 9917	B. CREPON - R. DESPLATZ - J. MAIRESSE Estimating price cost margins, scale economies and workers' bargaining power at the firm level
G 9614	ZHANG Yingxiang - SONG Xueqing Lexique macroéconomique Français-Chinois	G 9720	M. HOUDEBINE - J.L. SCHNEIDER Mesurer l'influence de la fiscalité sur la localisation des entreprises	G 9813	A. Th. AERTS L'évolution de la part des salaires dans la valeur ajoutée en France reflète-t-elle les évolutions individuelles sur la période 1979-1994 ?	G 9918	Ch. GIANELLA - Ph. LAGARDE Productivity of hours in the aggregate production function: an evaluation on a panel of French firms from the manufacturing sector
G 9701	J.L. SCHNEIDER La taxe professionnelle : éléments de cadrage économique	G 9721	A. MOUROUGANE Créabilité, indépendance et politique monétaire	G 9814	B. SALANIÉ Guide pratique des séries non-stationnaires	G 9919	S. AUDRIC - P. GIVORD - C. PROST Évolution de l'emploi et des coûts par qualification entre 1982 et 1996
G 9702	J.L. SCHNEIDER Transition et stabilité politique d'un système redistributif	G 9722	P. AUGERAUD - L. BRIOT Les données comptables d'entreprises Le système intermédiaire d'entreprises Passage des données individuelles aux données sectorielles	G 9901	S. DUCHÈNE - A. JACQUOT Une croissance plus riche en emplois depuis le début de la décennie ? Une analyse en comparaison internationale	G 2000/01	R. MAHIEU Les déterminants des dépenses de santé : une approche macroéconomique
G 9703	D. GOUX - E. MAURIN Train or Pay: Does it Reduce Inequalities to Encourage Firms to Train their Workers?	G 9723	P. AUGERAUD - J.E. CHAPRON Using Business Accounts for Compiling National Accounts: the French Experience	G 9902	Ch. COLIN Modélisation des carrières dans Destinie	G 2000/02	C. ALLARD-PRIGENT - H. GUILMEAU - A. QUINET The real exchange rate as the relative price of nontrables in terms of tradables: theoretical investigation and empirical study on French data
G 9704	P. GENIER Deux contributions sur dépendance et équité	G 9724	P. AUGERAUD Les comptes d'entreprise par activités - Le pas-sage aux complexes - De la comptabilité d'entreprise à la comptabilité nationale - A paraître	G 9904	B. CREPON - N. IUNG Innovation, emploi et performances	G 2000/03	J.-Y. FOURNIER L'approximation du filtre passe-bande proposée par Christiano et Fitzgerald
G 9705	E. DUGUET - N. IUNG R & D Investment, Patent Life and Patent Value An Econometric Analysis at the Firm Level	G 9801	H. MICHAUDON - C. PRIGENT Présentation du modèle AMADEUS	G 9905	B. CREPON - Ch. GIANELLA Wages inequalities in France 1969-1992	G 2000/04	Bilan des activités de la DESE - 1999
G 9706	M. HOUDEBINE - A. TOPIOL-BENSAÏD Les entreprises internationales en France : une analyse à partir de données individuelles	G 9802	J. ACCARDO Une étude de comptabilité générationnelle pour la France en 1996	G 9906	C. BONNET - R. MAHIEU Microsimulation techniques applied to inter-generational transfers - Pensions in a dynamic framework: the case of France	G 2000/05	B. CREPON - F. ROSENWALD Investissement et contraintes de financement : le poids du cycle
G 9707	M. HOUDEBINE Polarisation des activités et spécialisation des départements en France	G 9803	X. BONNET - S. DUCHÈNE Apports et limites de la modélisation « Real Business Cycles »	G 9907	F. ROSENWALD L'impact des contraintes financières dans la décision d'investissement	G 2000/06	A. FLIPO Les comportements matrimoniaux de fait
G 9708	E. DUGUET - N. GREENAN Le biais technologique : une analyse sur données individuelles	G 9804	C. BARLET - C. DUGUET - D. ENCAOUA - J. PRADEL The Commercial Success of Innovations An econometric analysis at the firm level in French manufacturing	G 9908	Bilan des activités de la DESE - 1998	G 2000/07	R. MAHIEU - B. SÉDILLOT Microsimulations of the retirement decision: a supply side approach
G 9709	J.L. BRILLET Analyzing a small French ECM Model	G 9909	J.P. ZOYEM Contrat d'insertion et sortie du RMI	G 9910	Évaluation des effets d'une politique sociale	G 2000/08	C. AUDENIS - C. PROST Déficit conjoncturel : une prise en compte des conjonctures passées
G 9710	J.L. BRILLET Formalizing the transition process: see narros for capital accumulation					G 2000/09	R. MAHIEU - B. SÉDILLOT Equivalent patrimonial de la rente et souscription de retraite complémentaire
G 9711	G. FORGEOT - J. GAUTIÉ Insertion professionnelle des jeunes et processus de déclassement						



G 2000/10	R. DUHAUTOIS Ralentissement de l'investissement ; petites ou grandes entreprises ? industrie ou tertiaire ?
G 2000/11	G. LAROQUE - B. SALANIÉ Temps partiel féminin et incitations financières à l'emploi
G2000/12	Ch. GIANELLA Local unemployment and wages
G2000/13	B. CREPON - Th. HECKEL - Informatisation en France : une évaluation à partir de données individuelles - Computerization in France: an evaluation based on individual company data
G2001/01	F. LEQUILLER - La nouvelle économie et la mesure de la croissance du PIB - The new economy and the measurement of GDP growth
G2001/02	S. AUDRIC La reprise de la croissance de l'emploi profite-t-elle aussi aux non-diplômés ?
G2001/03	I. BRAUN-LEMAIRE Évolution et répartition du surplus de productivité
G2001/04	A. BEAUDU - Th. HECKEL Le canal du crédit fonctionne-t-il en Europe ? Une étude de l'hétérogénéité des comportements d'investissement à partir de données de bilan agrégées
G2001/05	C. AUDENIS - P. BISCOURP - N. FOURCADE - O. LOISEL Testing the augmented Solow growth model: An empirical reassessment using panel data
G2001/06	R. MAHIEU - B. SÉDILLOT Départ à la retraite, irréversibilité et incertitude
G2001/07	Bilan des activités de la DESE - 2000
G2001/08	J. Ph. GAUDEMET Les dispositifs d'acquisition à titre facultatif d'annuités viagères de retraite
G2001/09	B. CRÉPON - Ch. GIANELLA Fiscalité, coût d'usage du capital et demande de facteurs : une analyse sur données individuelles
G2001/10	B. CRÉPON - R. DESPLATZ Évaluation des effets des dispositifs d'allègements sur les bas salaires
G2001/11	J.-Y. FOURNIER Comparaison des salaires des secteurs public et privé
G2001/12	J.-P. BERTHIER - C. JAULENT R. CONVEVOLE - S. PISANI Une méthodologie de comparaison entre consommations intermédiaires de source fiscale et de comptabilité nationale
G2001/13	P. BISCOURP - Ch. GIANELLA Substitution and complementarity between capital, skilled and less skilled workers: an analysis at the firm level in the French manufacturing industry
G2001/14	I. ROBERT-BOBÉE Modelling demographic behaviours in the French

G2001/15	microsimulation model Destinie: An analysis of future change in completed fertility J.-P. ZOYEM Diagnostic sur la pauvreté et calendrier de revenus : le cas du "Panel européen des ménages »
G2001/16	J.-Y. FOURNIER - P. GIVORD La réduction des taux d'activité aux âges extrêmes, une spécificité française ?
G2001/17	C. AUDENIS - P. BISCOURP - N. RIEDINGER Existe-t-il une asymétrie dans la transmission du prix du brut aux prix des carburants ?
G2002/01	F. MAGNIEN - J.-L. TAVERNIER - D. THESMAR Les statistiques internationales de PIB par habitant en standard de pouvoir d'achat : une analyse des résultats
G2002/02	Bilan des activités de la DESE - 2001
G2002/03	B. SÉDILLOT - E. WALRAET La cessation d'activité au sein des couples : y a-t-il interdépendance des choix ?
G2002/04	G. BRILHAULT - Répartition des séries de FBOF et calcul du capital fixe en SEC-95 dans les comptes nationaux français - Retropolation of the investment series (GFCF) and estimation of fixed capital stocks on the ESA-95 basis for the French balance sheets
G2002/05	P. BISCOURP - B. CRÉPON - T. HECKEL - N. RIEDINGER How do firms respond to cheaper computers? Microeconomic evidence for France based on a production function approach
G2002/06	C. AUDENIS - J. DEROYON - N. FOURCADE L'impact des nouvelles technologies de l'information et de la communication sur l'économie française - un bouclage macro-économique
G2002/07	J. BARDAJ - B. SÉDILLOT - E. WALRAET Évaluation de trois réformes du Régime Général d'assurance vieillesse à l'aide du modèle de microsimulation DESTINIE
G2002/08	J.-P. BERTHIER Réflexions sur les différentes notions de volume dans les comptes nationaux : comptes aux prix d'une année fixe ou aux prix de l'année précédente, séries chaînées
G2002/09	F. HILD Les soldes d'opinion résumés-ils au mieux les réponses des entreprises aux enquêtes de conjoncture ?
G2002/10	I. ROBERT-BOBÉE Les comportements démographiques dans le modèle de microsimulation Destinie - Une comparaison des estimations issues des enquêtes Jeunes et Carrières 1997 et Histoire Familiale 1999
G2002/11	J.-P. ZOYEM La dynamique des bas revenus : une analyse des entrées-sorties de pauvreté
G2002/12	F. HILD Prévisions d'inflation pour la France

G2002/13	M. LECLAIR Réduction du temps de travail et tensions sur les facteurs de production
G2002/14	E. WALRAET - A. VINCENT - Analyse de la redistribution intragénérationnelle dans le système de retraite des salariés du privé - Une approche par microsimulation - Intragenerational distributional analysis in the french private sector pension scheme - A microsimulation approach
G2002/15	P. CHONE - D. LE BLANC - I. ROBERT-BOBÉE Offre de travail féminine et garde des jeunes enfants
G2002/16	F. MAUREL - S. GREGOIR Les indices de compétitivité des pays : inter-prétation et limites
G2003/01	N. RIEDINGER - E. HAUUY Le coût de dépollution atmosphérique pour les entreprises françaises : Une estimation à partir de données individuelles
G2003/02	P. BISCOURP et F. KRAMARZ Création d'emplois, destruction d'emplois et internationalisation des entreprises industrielles françaises : une analyse sur la période 1986-1992
G2003/03	Bilan des activités de la DESE - 2002
G2003/04	P.-O. BEFFY - J. DEROYON - N. FOURCADE - S. GREGOIR - N. LAIB - B. MONFORT Évolutions démographiques et croissance : une projection macro-économique à l'horizon 2020
G2003/05	P. AUBERT La situation des salariés de plus de cinquante ans dans le secteur privé
G2003/06	P. AUBERT - B. CRÉPON Age, salaire et productivité La productivité des salariés décline-t-elle en fin de carrière ?
G2003/07	H. BARON - P.-O. BEFFY - N. FOURCADE - R. MAHIEU Le ralentissement de la productivité du travail au cours des années 1990
G2003/08	P.-O. BEFFY - B. MONFORT Patrimoine des ménages, dynamique d'allocation et comportement de consommation
G2003/09	P. BISCOURP - N. FOURCADE Peut-on mettre en évidence l'existence de rigidités à la baisse des salaires à partir de données individuelles ? Le cas de la France à la fin des années 90
G2003/10	M. LECLAIR - P. PETIT Présence syndicale dans les firmes : quel impact sur les inégalités salariales entre les hommes et les femmes ?
G2003/11	P.-O. BEFFY - X. BONNET - M. DARRACQ-PARIES - B. MONFORT MZE: a small macro-model for the euro area
G2004/01	P. AUBERT - M. LECLAIR La compétitivité exprimée dans les enquêtes trimestrielles sur la situation et les perspectives dans l'industrie

G2004/02	M. DUÉE - C. REBILLARD La dépendance des personnes âgées : une projection à long terme
G2004/03	S. RASPILLER - N. RIEDINGER Régulation environnementale et choix de localisation des groupes français
G2004/04	A. NABOULET - S. RASPILLER Les déterminants de la décision d'investir : une approche par les perceptions subjectives des firmes
G2004/05	N. RAGACHE La déclaration des enfants par les couples non mariés est-elle fiscalement optimale ?
G2004/06	M. DUÉE L'impact du chômage des parents sur le devenir scolaire des enfants
G2004/07	P. AUBERT - E. CAROLI - M. ROGER New Technologies, Workplace Organisation and the Age Structure of the Workforce: Firm-Level Evidence
G2004/08	E. DUGUET - C. LELARGE Les brevets accroissent-ils les incitations privées à innover ? Un examen microéconométrique
G2004/09	S. RASPILLER - P. SILLARD Affiliating versus Subcontracting: the Case of Multinationals
G2004/10	J. BOISSINOT - C. L'ANGEVIN - B. MONFORT Public Debt Sustainability: Some Results on the French Case
G2004/11	S. ANANIAN - P. AUBERT Travailleurs âgés, nouvelles technologies et changements organisationnels : un réexamen à partir de l'enquête « REPONSE »
G2004/12	X. BONNET - H. PONCET Structures de revenus et propensions différenciées à consommer - Vers une équation de consommation des ménages plus robuste en prévision pour la France
G2004/13	C. PICART Évaluer la rentabilité des sociétés non financières
G2004/14	J. BARDAJ - B. SÉDILLOT - E. WALRAET Les retraites du secteur public : projections à l'horizon 2040 à l'aide du modèle de microsimulation DESTINIE
G2005/01	S. BUFFETEAU - P. GODEFROY Conditions de départ en retraite selon l'âge de fin d'études : analyse prospective pour les générations 1945 à 1974
G2005/02	C. AFSA - S. BUFFETEAU L'évolution de l'activité féminine en France : une approche par pseudo-panel
G2005/03	P. AUBERT - P. SILLARD Délocalisations et réductions d'effectifs dans l'industrie française
G2005/04	M. LECLAIR - S. ROUX Mesure et utilisation des emplois instables dans les entreprises
G2005/05	C. L'ANGEVIN - S. SERRAVALLE Performances à l'exportation de la France

G2005/06	et de l'Allemagne - Une analyse par secteur et destination géographique	G2006/07	C. AFSA - P. GIVORD Le rôle des conditions de travail dans les absences pour maladie	G2007/11	R. RATHELOT - P. SILLARD Zones Francées Urbaines : quels effets sur l'emploi salarié et les créations d'établissements ?	G2009/04	P. GIVORD - L. WILNER Les contrats temporaires : trapper ou marchepied vers l'emploi stable ?
G2005/07	Bilan des activités de la Direction des Études et Synthèses Économiques - 2004	G2006/08	P. SILLARD - C. L'ANGEVIN - S. SERRAVALLE Performances comparées à l'exportation de la France et de ses principaux partenaires Une analyse structurelle sur 12 ans	G2007/12	V. ALBOUY - B. CRÉPON Aléa moral en santé : une évaluation dans le cadre du modèle causal de Rubin	G2009/05	G. LALANNE - P.-A. PIONNIER - O. SIMON Le partage des fruits de la croissance de 1950 à 2008 - une approche par les comptes de surplus
G2005/08	S. RASPILLER La concurrence fiscale : principaux enseignements de l'analyse économique	G2006/09	X. BOUTIN - S. QUANTIN Une méthodologie d'évaluation comptable du coût du capital des entreprises françaises : 1984-2002	G2008/01	C. PICART Les PME françaises : rentables mais peu dynamiques	G2009/06	L. DAVEZIES - X. D'HAULTFOEUILLE Faut-il pondérer ?... Ou l'éternelle question de l'écomètre confronté à des données d'enquête
G2005/09	C. L'ANGEVIN - N. LAÏB Éducation et croissance en France et dans un panel de 21 pays de l'OCDE	G2006/10	C. AFSA L'estimation d'un coût implicite de la pénibilité du travail chez les travailleurs âgés	G2008/02	P. BISCOURP - X. BOUTIN - T. VERGÉ The Effects of Retail Regulations on Prices Evidence from the Loi Galland	G2009/07	S. QUANTIN - S. RASPILLER - S. SERRAVALLE Commerce intragroupe, fiscalité et prix de transferts : une analyse sur données françaises
G2005/10	N. FERRARI Prévoir l'investissement des entreprises Un indicateur des révisions dans l'enquête de conjoncture sur les investissements dans l'industrie.	G2006/11	C. LELARGE Les entreprises (industrielles) françaises sont-elles à la frontière technologique ?	G2008/03	Y. BARBESOL - A. BRIANT Économies d'agglomération et productivité des entreprises : estimation sur données individuelles françaises	G2009/08	M. CLERC - V. MARCUS Élasticités-prix des consommations énergétiques des ménages
G2005/11	P.-O. BEFFY - C. L'ANGEVIN Chômage et bouée prix-salaires : apport d'un modèle « qualifiés/peu qualifiés »	G2006/12	O. BIAU - N. FERRARI Théorie de l'opinion Faut-il pondérer les réponses individuelles ?	G2008/04	D. BLANCHET - F. LE GALLO Les projections démographiques : principaux mécanismes et retour sur l'expérience française	G2009/09	G. LALANNE - E. POULIQUEN - O. SIMON Prix du pétrole et croissance potentielle à long terme
G2005/12	B. HEITZ A two-states Markov-switching model of inflation in France and the USA: credible target VS inflation spiral	G2006/13	A. KOUBI - S. ROUX Une réinterprétation de la relation entre productivité et inégalités salariales dans les entreprises	G2008/05	D. BLANCHET - F. TOUTLEMONDE Évolutions démographiques et déformation du cycle de vie active : quelles relations ?	G2009/10	D. BLANCHET - J. LE CACHEUX - V. MARCUS Adjusted net savings and other approaches to sustainability: some theoretical background
G2005/13	O. BIAU - H. ERKEL-ROUSSE - N. FERRARI Réponses individuelles aux enquêtes de conjoncture et prévision macroéconomiques : Exemple de la prévision de la production manufacturière	G2006/14	R. RATHELOT - P. SILLARD The impact of local taxes on plants location decision	G2008/06	M. BARLET - D. BLANCHET - L. CRUSSON Internationalisation et flux d'emplois : que dit une approche comptable ?	G2009/11	V. BELLAMY - G. CONSALES - M. FESSEAU - S. LAÏDIER - É. RAYNAUD Une décomposition du compte des ménages de la comptabilité nationale par catégorie de ménage en 2003
G2005/14	P. AUBERT - D. BLANCHET - D. BLAU The labour market after age 50: some elements of a Franco-American comparison	G2006/15	L. GONZALEZ - C. PICART Diversification, recentrage et poids des activités de support dans les groupes (1983-2000)	G2008/07	C. LELARGE - D. SRAER - D. THESMAR Entrepreneurship and Credit Constraints - Evidence from a French Loan Guarantee Program	G2009/12	J. BARDAJ - F. TALLET Detecting Economic Regimes in France: a Qualitative Markov-Switching Indicator Using Mixed Frequency Data
G2005/15	D. BLANCHET - T. DEBRAND - P. DOUGNON - P. POLLET L'enquête SHARE : présentation et premiers résultats de l'édition française	G2007/01	D. SRAER Allègements de cotisations patronales et dynamique salariale	G2008/08	X. BOUTIN - L. JANIN Are Prices Really Affected by Mergers?	G2009/13	R. AEBERHARDT - D. FOUGERE - R. RATHELOT Discrimination à l'embauche : comment exploiter les procédures de <i>testing</i> ?
G2005/16	M. DUÉE La modélisation des comportements démographiques dans le modèle de microsimulation DESTINIE	G2007/02	V. ALBOUY - L. LEQUIEN Les rendements non monétaires de l'éducation : le cas de la santé	G2008/09	M. BARLET - A. BRIANT - L. CRUSSON Concentration géographique dans l'industrie manufacturière et dans les services en France : une approche par un indicateur en continu	G2009/14	Y. BARBESOL - P. GIVORD - S. QUANTIN Partage de la valeur ajoutée, approche par données microéconomiques
G2006/01	H. RAQUI - S. ROUX Étude de simulation sur la participation versée aux salariés par les entreprises	G2007/03	D. BLANCHET - T. DEBRAND Aspiration à la retraite, santé et satisfaction au travail : une comparaison européenne	G2008/10	M. BEFFY - É. COUDIN - R. RATHELOT Who is confronted to insecure labor market histories? Some evidence based on the French labor market transition	G2009/15	I. BUONO - G. LALANNE The Effect of the Uruguay round on the Intensive and Extensive Margins of Trade
G2006/02	C. BONNET - S. BUFFETEAU - P. GODEFROY Disparités de retraite de droit direct entre hommes et femmes : quelles évolutions ?	G2007/04	M. BARLET - L. CRUSSON Quel impact des variations du prix du pétrole sur la croissance française ?	G2008/11	M. ROGER - É. WALRAET Social Security and Well-Being of the Elderly: the Case of France	G2010/01	C. MINODIER Avantages comparés des séries des premières valeurs publiées et des séries des valeurs révisées - Un exercice de prévision en temps réel
G2006/03	C. PICART Les gazelles en France	G2007/05	C. PICART Flux d'emploi et de main-d'œuvre en France : un réexamen	G2008/12	C. AFSA Analyser les composantes du bien-être et de son évolution	G2010/02	V. ALBOUY - L. DAVEZIES - T. DEBRAND Health Expenditure Models: a Comparison of Five Specifications using Panel Data
G2006/04	P. AUBERT - B. CRÉPON - P. ZAMORA Le rendement apparent de la formation continue dans les entreprises : effets sur la productivité et les salaires	G2007/06	V. ALBOUY - C. TAVAN Massification et démocratisation de l'enseignement supérieur en France	G2008/13	M. BARLET - D. BLANCHET - T. LE BARBANCHON Microsimuler le marché du travail : un prototype	G2010/03	C. KLEIN - O. SIMON Le modèle MÉSANGE réestimé en base 2000 Tome 1 - Version avec volumes à prix constants
G2006/05	J.-F. OUVIARD - R. RATHELOT Demographic change and unemployment: what do macroeconomic models predict?	G2007/07	T. LE BARBANCHON The Changing response to oil price shocks in France: a DSGE type approach	G2009/01	P.-A. PIONNIER Le partage de la valeur ajoutée en France, 1949-2007	G2010/04	M.-É. CLERC - É. COUDIN L'IPC, miroir de l'évolution du coût de la vie en France ? Ce qu'apporte l'analyse des courbes d'Engel
G2006/06	D. BLANCHET - J.-F. OUVIARD Indicateurs d'engagements implicites des systèmes de retraite : chiffrages, propriétés analytiques et réactions à des chocs démographiques types	G2007/08	T. CHANEY - D. SRAER - D. THESMAR Collateral Value and Corporate Investment Evidence from the French Real Estate Market	G2009/02	Laurent CLAVEL - Christelle MINODIER A Monthly Indicator of the French Business Climate	G2010/05	N. CECI-RENAUD - P.-A. CHEVALIER Les seuils de 10, 20 et 50 salariés : impact sur la taille des entreprises françaises
G2006/06	G. BIAU - O. BIAU - L. ROUVIERE Nonparametric Forecasting of the Manufacturing Output Growth with Firm-level Survey Data	G2007/09	J. BOISSINOT Consumption over the Life Cycle: Facts for France	G2009/03	H. ERKEL-ROUSSE - C. MINODIER Do Business Tendency Surveys in Industry and Services Help in Forecasting GDP Growth? A Real-Time Analysis on French Data		G2010/06

G2010/07	National Origin Differences in Wages and Hierarchical Positions - Evidence on French Full-Time Male Workers from a matched Employer-Employee Dataset S. BLASCO - P. GIVORD Les trajectoires professionnelles en début de vie active : quel impact des contrats temporaires ?	G2011/05	J.-C. BRICONGNE - J.-M. FOURNIER V. LAPÈGUE - O. MONSO De la crise financière à la crise économique L'impact des perturbations financières de 2007 et 2008 sur la croissance de sept pays industrialisés	G2012/05	M. GAINI - A. LEDUC - A. VICARD A scared generation? French evidence on young people entering into a tough labour market P. AUBERT - M. BACHELET Disparités de montant de pension et redistribution dans le système de retraite français	G2013/08	R. AEBERHARDT - C. MARBOT Evolution of Instability on the French Labour Market During the Last Thirty Years
G2010/08	Méthodes économétriques pour l'évaluation de politiques publiques P.-Y. CABANNES - V. LAPEGUE - E. POULIQUEN - M. BEFFY - M. GAINI Quelle croissance de moyen terme après la crise ?	G2011/06	P. CHARNOZ - É. COUDIN - M. GAINI Wage inequalities in France 1976-2004: a quantile regression analysis	G2012/06	R. AEBERHARDT - P. GIVORD - C. MARBOT An Unconditional Quantile Regression Approach	G2013/09	J.-B. BERNARD - G. CLÉAUD Oil prices: the nature of the shocks and the impact on the French economy
G2010/09	Méthodes économétriques pour l'évaluation de politiques publiques P.-Y. CABANNES - V. LAPEGUE - E. POULIQUEN - M. BEFFY - M. GAINI Quelle croissance de moyen terme après la crise ?	G2011/07	M. CLERC - M. GAINI - D. BLANCHET Recommendations of the Stiglitz-Sen-Fitoussi Report: A few illustrations	G2012/07	A. EIDELMAN - F. LANGUMIER - A. VICARD Prélèvements obligatoires reposant sur les ménages : des canaux redistributifs différents en 1990 et 2010	G2013/10	G. LAME Euro area? « Greenspan Comundrum » in the Euro area?
G2010/10	I. BUONO - G. LALANNE La réaction des entreprises françaises à la baisse des tarifs douaniers étrangers	G2011/08	M. BACHELET - M. BEFFY - D. BLANCHET Projeter l'impact des réformes des retraites sur l'activité des 55 ans et plus : une comparaison de trois modèles	G2012/08	O. BARGAIN - A. VICARD Le RMI et son successeur le RSA découragent-ils certains jeunes de travailler ? Une analyse sur les jeunes autour de 25 ans	G2013/11	P. CHONÉ - F. EVAIN - L. WILNER - E. YILMAZ Introducing activity-based payment in the hospital industry : Evidence from French data
G2010/11	R. RATHÉLOT - P. SILLARD L'apport des méthodes à noyaux pour mesurer la concentration géographique - Application à la concentration des immigrés en France de 1968 à 1999	G2011/09	C. LOUVOT-RUNAVOT L'évaluation de l'activité dissimulée des entreprises sur la base des contrôles fiscaux et son insertion dans les comptes nationaux	G2012/09	C. MARBOT - D. ROY Projections du coût de l'APA et des caractéristiques de ses bénéficiaires à l'horizon 2040 à l'aide du modèle Destinie	G2013/12	C. GRISLAIN-LETRÉMY Natural Disasters: Exposure and Underinsurance
G2010/12	M. BARATON - M. BEFFY - D. FOUGÈRE Une évaluation de l'effet de la réforme de 2003 sur les départs en retraite - Le cas des enseignants du second degré public	G2011/10	A. SCHREIBER - A. VICARD La tertiarisation de l'économie française et le ralentissement de la productivité entre 1978 et 2008	G2012/10	A. MAUROUX Le crédit d'impôt dédié au développement durable : une évaluation économétrique	G2013/13	P.-Y. CABANNES - V. COTTET - Y. DUBOIS - C. LELARGE - M. SICISIC French Firms in the Face of the 2008/2009 Crisis
G2010/13	D. BLANCHET - S. BUFFETEAU - E. CRENNER S. LE MINEZ Le modèle de microsimulation Desimie 2 : principales caractéristiques et premiers résultats	G2011/11	M.-É. CLERC - O. MONSO - E. POULIQUEN Les inégalités entre générations depuis le baby-boom	G2012/11	V. COTTET - S. QUANTIN - V. REGNIER Coût du travail et allègements de charges : une estimation au niveau établissement de 1996 à 2008	G2013/14	A. POISSONNIER - D. ROY Households Satellite Account for France in 2010. Methodological issues on the assessment of domestic production
G2010/14	D. BLANCHET - E. CRENNER Le bloc retraites du modèle Destinie 2 : guide de l'utilisateur	G2011/12	C. MARBOT - D. ROY Évaluation de la transformation de la réduction d'impôt en crédit d'impôt pour l'emploi de salariés à domicile en 2007	G2012/12	X. D'HAULTFOEUILLE - P. FÉVRIER - L. WILNER Demand Estimation in the Presence of Revenue Management	G2013/15	G. CLÉAUD - M. LEMOINE - P.-A. PIONNIER Which size and evolution of the government expenditure multiplier in France (1980-2010)?
G2010/15	M. BARLET - L. CRUSSON - S. DUPUCH - F. PUECH Des services échangés aux services échangeables : une application sur données françaises	G2011/13	P. GIVORD - R. RATHÉLOT - P. SILLARD Place-based tax exemptions and displacement effects: An evaluation of the Zones Franches Urbaines program	G2012/13	D. BLANCHET - S. LE MINEZ Joint macro/micro evaluations of accrued-to-date pension liabilities: an application to French reforms	G2014/01	M. BACHELET - A. LEDUC - A. MARINO Les biographies du modèle Destinie II : rebasage et projection
G2010/16	Public-private wage gaps: is civil-servant human capital sector-specific? M. BEFFY - T. KAMIONKA	G2011/14	X. D'HAULTFOEUILLE - P. GIVORD - X. BOUTIN The Environmental Effect of Green Taxation: the Case of the French "Bonus/Malus"	G2012/14	D. BLANCHET - S. LE MINEZ Temporal disaggregation of accrued-to-date pension liabilities: an application to French reforms	G2014/02	B. GARBINTI L'achat de la résidence principale et la création d'entreprises sont-ils favorisés par les donations et héritages ?
G2010/17	P.-Y. CABANNES - H. ERKEL-ROUSSE - G. LALANNE - O. MONSO - E. POULIQUEN Le modèle Messang réestimé en base 2000 Tome 2 - Version avec volumes à prix chaînés	G2011/15	M. BARLET - M. CLERC - M. GARNEO - V. LAPEGUE - V. MARCUS La nouvelle version du modèle MZE, modèle macroéconométrique pour la zone euro	G2013/01-F1301	T. DEROYON - A. MONTAUT - P.-A. PIONNIER Utilisation rétrospective de l'enquête Emploi à une fréquence mensuelle : apport d'une modélisation espace-état	G2014/03	N. CECI-RENAUD - P. CHARNOZ - M. GAINI Évolution de la volatilité des revenus salariaux du secteur privé en France depuis 1968
G2010/18	R. AEBERHARDT - L. DAVEZIES Conditional Logit with one Binary Covariate: Link between the Static and Dynamic Cases	G2011/16	R. AEBERHARDT - I. BUONO - H. FADINGER Learning, Incomplete Contracts and Export Dynamics: Theory and Evidence from French Firms	G2013/02-F1302	C. TREVIEN Habiter en HLM : quel avantage monétaire et quel impact sur les conditions de logement ?	G2014/04	P. AUBERT Modalités d'application des réformes des retraites et prévisibilité du montant de pension
G2011/01	T. LE BARBANCHON - B. OURLIAC - O. SIMON Les marchés du travail français et américain face aux chocs conjoncturels des années 1986 à 2007 : une modélisation DSGE	G2011/17	C. KERDRAIN - V. LAPÈGUE Restrictive Fiscal Policies in Europe: What are the Likely Effects?	G2013/03	A. POISSONNIER Temporal disaggregation of stock variables - The Chow-Lin method extended to dynamic models	G2014/05	C. GRISLAIN-LETRÉMY - A. KATOSKY The Impact of Hazardous Industrial Facilities on Housing Prices: A Comparison of Parametric and Semiparametric Hedonic Price Models
G2011/02	C. MARBOT Une évaluation de la réduction d'impôt pour l'emploi de salariés à domicile	G2012/01	P. GIVORD - S. QUANTIN - C. TREVIEN A Long-Term Evaluation of the First Generation of the French Urban Enterprise Zones	G2013/04	P. GIVORD - C. MARBOT Does the cost of child care affect female labor market participation? An evaluation of a French reform of childcare subsidies	G2014/06	J.-M. DAUSSIN-BENICHOU - A. MAUROUX Turning the heat up. How sensitive are households to fiscal incentives on energy efficiency investments?
G2011/03	L. DAVEZIES Modèles à effets fixes, à effets aléatoires, modèles mixtes ou multi-niveaux : propriétés et mises en œuvre des modélisations de l'hétérogénéité dans le cas de données groupées	G2012/02	N. CECI-RENAUD - V. COTTET Politique salariale et performance des entreprises	G2013/05	G. LAME - M. LEQUIEN - P.-A. PIONNIER Interpretation and limits of sustainability tests in public finance	G2014/07	C. LABONNE - G. LAMÉ Credit Growth and Capital Requirements: Binding or Not?
G2011/04	M. ROGER - M. WASMER Heterogeneity matters: labour productivity differentiated by age and skills	G2012/03	P. FÉVRIER - L. WILNER Do Consumers Correctly Expect Price Reductions? Testing Dynamic Behavior	G2013/06	C. BELLEGO - V. DORTET-BERNADET La participation aux pôles de compétitivité : quelle incidence sur les dépenses de R&D et l'activité des PME et ETI ?	G2014/08	C. GRISLAIN-LETRÉMY et C. TREVIEN The Impact of Housing Subsidies on the Rental Sector: the French Example
		G2012/04	M. GAINI - A. LEDUC - A. VICARD School as a shelter? School leaving-age and the business cycle in France	G2013/07	P.-Y. CABANNES - A. MONTAUT - P.-A. PIONNIER Évaluer la productivité globale des facteurs en France : l'apport d'une mesure de la qualité du capital et du travail	G2014/09	M. LEQUIEN et A. MONTAUT Croissance potentielle en France et en zone euro : un tour d'horizon des méthodes d'estimation
				G2014/10	B. GARBINTI - P. LAMARCHE Les hauts revenus épargnent-ils davantage ?	G2014/11	D. AUDENAERT - J. BARDAJIL - R. LARDEUX - M. ORAND - M. SICISIC Wage Resilience in France since the Great Recession

G2014/12	F. ARNAUD - J. BOUSSARD - A. POISSONNIER - H. SOULAL Computing additive contributions to growth and other issues for chain-linked quarterly aggregates	G2015/14	J.-B. BERNARD - Q. LAFFÈTER Effet de l'activité et des prix sur le revenu salarial des différentes catégories socioprofessionnelles	G2017/02	Y. DUBOIS - M. KOUBI Règles d'indexation des pensions et sensibilité des dépenses de retraites à la croissance économique et aux chocs démographiques	G2018/07	C.-M. CHEVALIER Consumption inequality in France between 1995 and 2011
G2014/13	H. FRAISSE - F. KRAMARZ - C. PROST Labor Disputes and Job Flows	G2015/15	C. GEAY - M. KOUBI - G de LAGASNERIE Projections des dépenses de soins de ville, construction d'un module pour Desinmie	G2017/03	A. CAZENAVE-LACROUTZ - F. GODET L'espérance de vie en retraite sans incapacité sévère des générations nées entre 1960 et 1990 : une projection à partir du modèle Destinie	G2018/08	A. BAUER - B. GARBINTI - S. GEORGES-KOT Financial Constraints and Self-Employment in France, 1945-2014
G2014/14	P. GIVORD - C. GRISLAIN-LETRÉMY - H. NAEGELE How does fuel taxation impact new car purchases? An evaluation using French consumer-level dataset	G2015/16	J. BARDAJI - J.-C. BRICONGNE - B. CAMPAGNE - G. GAULIER on the domestic and foreign markets	G2017/04	J. BARDAJI - B. CAMPAGNE - M.-B. KHDER - Q. LAFFÈTER - O. SIMON (Insee) A.-S. DUFRÈNEZ - C. ELEZAAR - P. LEBLANC - E. MASSON - H. PARTOUCHE (DG-Trésor) Le modèle macroéconométrique Mésange : réestimation et nouveautés	G2018/09	P. BEAUMONT - A. LUCIANI Prime à l'embauche dans les PME : évaluation à partir des déclarations d'embauche
G2014/15	P. AUBERT - S. RABATÉ Durée passée en carrière et durée de vie en retraite : quel partage des gains d'espérance de vie ?	G2015/17	C. BELLÉGO - R. DE NIJS The redistributive effect of online piracy on the box office performance of American movies in foreign markets	G2017/05	J. BOUSSARD - B. CAMPAGNE Fiscal Policy Coordination in a Monetary Union at the Zero-Lower-Bound	G2018/10	C. BELLÉGO - V. DORTET-BERNADET - M. TÈPAUT Comparaison de deux dispositifs d'aide à la R&D collaborative public-privé
G2015/01	A. POISSONNIER The walking dead Euler equation Addressing a challenge to monetary policy models	G2015/18	J.-B. BERNARD - L. BERTHET French households financial wealth: which changes in 20 years?	G2017/06	A. CAZENAVE-LACROUTZ - A. GODZINSKI Effects of the one-day waiting period for sick leave on health-related absences in the French central civil service	G2018/11	R. MONIN - M. SUAREZ CASTILLO Réplication et rapprochement des travaux d'évaluation de l'effet du CICE sur l'emploi en 2013 et 2014
G2015/02	Y. DUBOIS - A. MARINO Indicateurs de rendement du système de retraite français	G2015/19	M. POULHÈS <i>Fenêtre sur Cour</i> ou <i>Chambre avec Vue</i> ? Les prix hédoniques de l'immobilier parisien	G2017/07	P. CHARNONZ - M. ORAND Qualification, progrès technique et marchés du travail locaux en France, 1990-2011	G2018/12	A. CAZENAVE-LACROUTZ - F. GODET - V. LIN L'introduction d'un gradient social dans la mortalité au sein du modèle Destinie 2
G2015/03	T. MAYER - C. TREVIEN The impacts of Urban Public Transportation: Evidence from the Paris Region	G2016/01	B. GARBINTI - S. GEORGES-KOT Time to smell the roses? Risk aversion, the timing of inheritance receipt, and retirement	G2017/08	K. MILIN Modélisation de l'inflation en France par une approche macrosectorielle	G2019/01	M. ANDRÉ - A.-L. BIOTTEAU Effets de moyen terme d'une hausse de TVA sur le niveau de vie et les inégalités : une approche par microsimulation
G2015/04	S.T. LY - A. RIEGERT Measuring Social Environment Mobility	G2016/02	P. CHARNONZ - C. LELARGE - C. TREVIEN Communication Costs and the Internal Organization of Multi-Plant Businesses: Evidence from the Impact of the French High-Speed Rail	G2017/09	C.-M. CHEVALIER - R. LARDEUX Homeownership and labor market outcomes: disentangling externality and composition effects	G2019/02	A. BOURGEOIS - A. BRIAND Le modèle Avionic : la modélisation Input/Output des comptes nationaux
G2015/05	M. A. BEN HALIMA - V. HYAFIL-SOLELHAC M. KOUBI - C. REGAERT Quel est l'impact du système d'indemnisation maladie sur la durée des arrêts de travail pour maladie ?	G2016/03	C. BONNET - B. GARBINTI - A. SOLAZ Gender Inequality after Divorce: The Flip Side of Marital Specialization - Evidence from a French Administrative Database	G2017/10	P. BEAUMONT Time is Money: Cash-Flow Risk and Export Market Behavior		
G2015/06	Y. DUBOIS - A. MARINO Disparités de rendement du système de retraite dans le secteur privé : approches intergénérationnelle et intragénérationnelle	G2016/04	D. BLANCHET - E. CAROLI - C. PROST - M. ROGER Health capacity to work at older ages in France	G2018/01	S. ROUX - F. SAVIGNAC SMEs' financing: Divergence across Euro area countries?		
G2015/07	B. CAMPAGNE - V. ALHENC-GELAS - J.-B. BERNARD No evidence of financial accelerator in France	G2016/05	B. CAMPAGNE - A. POISSONNIER Structural reforms in DSGE models: a case for sensitivity analyses	G2018/02	C.-M. CHEVALIER - A. LUCIANI Computerization, labor productivity and employment: impacts across industries vary with technological level		
G2015/08	Q. LAFFÈTER - M. PAK Élasticités des recettes fiscales au cycle économique : étude de trois impôts sur la période 1979-2013 en France	G2016/06	Y. DUBOIS et M. KOUBI Relèvement de l'âge de départ à la retraite : quel impact sur l'activité des seniors de la réforme des retraites de 2010 ?	G2018/03	R. MONIN - M. SUAREZ CASTILLO L'effet du CICE sur les prix : une double analyse sur données sectorielles et individuelles		
G2015/09	J.-M. DAUSSIN-BENICHOU, S. IDWACHICHE, A. LEDUC et E. POUJOUQUEN Les déterminants de l'attractivité de la fonction publique de l'État	G2016/07	T. BLANCHET - Y. DUBOIS - A. MARINO - M. ROGER Patrimoine privé et retraite en France	G2018/04	R. LARDEUX Who Understands The French Income Tax? Bunching Where Tax Liabilities Start		
G2015/10	P. AUBERT La modulation du montant de pension selon la durée de carrière et l'âge de la retraite : quelles disparités entre assurés ?	G2016/08	M. PAK - A. POISSONNIER Accounting for technology, trade and final consumption in employment: an Input-Output decomposition	G2018/05	C.-M. CHEVALIER Financial constraints of innovative firms and sectoral growth		
G2015/11	V. DORTET-BERNADET - M. SICSIC Effet des aides publiques sur l'emploi en R&D dans les petites entreprises	G2016/09	D. FOUGÈRE - E. GAUTIER - S. ROUX Understanding Wage Floor Setting in Industry-Level Agreements: Evidence from France	G2018/06	R. S.-H. LEE - M. PAK Pro-competitive effects of globalisation on prices, productivity and markups: Evidence in the Euro Area		
G2015/12	S. GEORGES-KOT Annual and lifetime incidence of the value-added tax in France	G2017/01					
G2015/13	M. POULHÈS Are Enterprise Zones Benefits Capitalized into Commercial Property Values? The French Case						