



# DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA DG TRÉSOR

Numéro 2017/06 – Mai 2017

---

## La maquette de prévision *Opale*<sub>2017</sub>

---

Aurélien DAUBAIRE  
Geoffrey LEFEBVRE  
Olivier MESLIN

---



# **LA MAQUETTE DE PRÉVISION OPALE<sub>2017</sub>**

**Aurélien DAUBAIRE\***

**Geoffrey LEFEBVRE\***

**Olivier MESLIN<sup>1</sup>**

Ce document de travail n'engage que ses auteurs. L'objet de sa diffusion est de stimuler le débat et d'appeler commentaires et critiques.

\* **Aurélien DAUBAIRE** est en poste à l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (France)  
[aurelien.daubaire@insee.fr](mailto:aurelien.daubaire@insee.fr) (+33-1-41-69-92)

\* **Geoffrey LEFEBVRE** était en poste à la Direction Générale du Trésor au Ministère de l'Économie et des Finances (France)

\* **Olivier MESLIN** est en poste à la Direction Générale du Trésor au Ministère de l'Économie et des Finances (France)  
[olivier.meslin@dgtresor.gouv.fr](mailto:olivier.meslin@dgtresor.gouv.fr) (+33-1-44-87-18-40)

---

<sup>1</sup> Les auteurs remercient Claire Bernard, Laura Berthet, Alexis Gatier, Antoine Herlin et Guy Lalanne pour leur contribution. Ils remercient également Hadrien Camatte, Maxime Darmet-Cucchiari, Stéphane Guéné, Adrien Perret et Bérengère Rudelle pour leurs relectures et leurs conseils.

# Table des matières

Résumé/Abstract.....	3
1. La structure du modèle <i>Opale</i> et son utilisation en prévision .....	5
1.1. Structure du modèle .....	5
1.2. Les caractéristiques du modèle <i>Opale</i> au regard de son utilisation en prévision .....	5
1.3. Forme des équations et stratégie d'estimation .....	9
2. Les principaux comportements réels .....	10
2.1. La consommation des ménages .....	10
2.2. L'investissement des entreprises non financières (ENF) .....	15
2.3. Les exportations de biens manufacturés .....	23
2.4. Les importations de biens manufacturés .....	28
2.5. L'emploi salarié dans le secteur marchand .....	33
2.6. Les variations de stocks .....	39
3. La boucle prix-salaires.....	43
3.1. Le salaire moyen par tête dans les branches marchandes non agricoles.....	43
3.2. Le prix de production marchand.....	48
3.3. Le prix des consommations intermédiaires des branches marchandes .....	52
3.4. Les prix d'importations et d'exportations de biens manufacturés hors carburants raffinés.....	56
3.5. L'indice des prix à la consommation.....	64
4. Propriétés variantielles .....	70
4.1. Bloc de simulation du revenu disponible des ménages.....	70
4.2. Méthodologie sous-jacente à l'élaboration du cahier de variantes .....	72
4.3. Hausse de 1 % de la demande mondiale adressée à la France.....	74
4.4. Hausse de 10 % de l'euro vis-à-vis des autres monnaies .....	76
4.5. Hausse permanente du prix du baril de 20 \$ .....	78
4.6. Hausse de l'investissement public à hauteur d'1 point de PIB .....	80
4.7. Application : qualité globale du modèle.....	81
4.8. Application : retour sur la prévision du Projet de loi de finances pour 2015.....	82
5. Annexe : sources et construction des variables utilisées dans <i>Opale</i> .....	85
5.1. Demande mondiale adressée à la France.....	85
5.2. Indicateurs de compétitivité.....	85
5.3. Méthode de construction des prix et coûts étrangers de référence.....	86
5.4. Part des pays émergents dans le commerce mondial de biens en volume .....	88
5.5. Ratio d'ouverture des pays de l'OCDE.....	89
5.6. Les regroupements par produits des opérations du commerce extérieur .....	89
Bibliographie .....	91

## Résumé

Ce document présente la troisième version de la maquette *Opale*, après celles de 2005 et 2010, estimée sur les données trimestrielles en volumes aux prix de l'année précédente chaînés des comptes nationaux en base 2010. Le modèle *Opale* est utilisé par la direction générale du Trésor afin de réaliser des prévisions macroéconomiques sur l'économie française à l'horizon de 1 à 2 ans, conjointement avec des éléments exogènes prévus hors modèle, pour le cadrage macroéconomique des Projets de Loi de Finances et des Programmes de Stabilité. La modélisation est centrée sur la prévision des postes de la demande par des équations de comportement à correction d'erreur, et la prévision de l'offre découle essentiellement du cadre comptable.

Les révisions successives des comptes nationaux et le passage en base 2010 intervenu en 2014 ont rendu nécessaire une actualisation des équations du modèle et de leur estimation, qui intègre désormais la période de la crise financière de 2008-2009. L'accent est mis sur les modifications et améliorations apportées à la modélisation des principaux comportements par rapport à la version précédente du modèle *Opale* publiée en 2010, permettant de tenir compte de la crise et de retracer de manière fine certaines informations de court terme. Ce document présente également quatre variantes décrivant la réponse du modèle à des chocs exogènes (demande mondiale, change, prix du pétrole, investissement public), qui peut être confrontée à la réaction d'autres modèles plus élaborés comme *Mésange*.

Le modèle présente globalement des propriétés satisfaisantes, qui légitiment son utilisation dans le cadre d'exercices de *post-mortem* des prévisions.

## Abstract

This paper presents the third version of the *Opale* model, after the ones presented in 2005 and 2010, estimated on quarterly data in volumes at the chained prices of the previous year, from the national accounts in 2010 base. *Opale* is used at the Directorate general of the Treasury to produce the macroeconomic forecasts on French economy at a 1-2 year horizon, using exogenous elements forecasted separately, for the macroeconomic framework of the Draft Budget Laws and the Stability Programs. The modeling is centered on forecasting the components of demand with behavioral equations using error correction model, whereas the supply-side forecast mainly comes from the accounting framework.

The successive revisions of national accounts and the switch to base 2010 which was set up in 2014 have made necessary an update of the model's equations and their estimation, which now integrates the 2008-2009 financial crisis period. We emphasize the changes and improvements brought to the modeling of the principal components since the 2010 version of *Opale*, enabling to take into account the crisis and retrace in a rather precise way some short-term information. This document also presents four scenarios describing the response of the model to exogenous shocks (world demand, exchange rates, oil price, public investment), which can be compared to the reaction of more complex models like *Mésange*.

This model presents satisfying properties, which legitimate its use in "post-mortem" return on previsions exercises.

## Introduction

Depuis 2005, les prévisions macroéconomiques du ministère chargé de l'économie sont réalisées à partir de la maquette *Opale*. La construction de cette maquette répondait à la nécessité de disposer d'un outil de prévision à l'horizon de 1 à 2 ans s'appuyant sur les comptes trimestriels publiés par l'Insee, et qui soit plus compact et plus souple d'utilisation que des modèles plus élaborés comme le modèle *Mésange*. Depuis le changement de méthodologie adopté par les comptes trimestriels en mai 2007 pour le partage volume-prix, les volumes sont calculés aux prix de l'année précédente puis chaînés alors qu'ils étaient auparavant évalués aux prix d'une année fixe. Une adaptation substantielle de la maquette *Opale* a donc été opérée dans la version 2010 pour tenir compte de cette évolution. En particulier, le cadre comptable plus complexe spécifique aux volumes à prix chaînés a dû être intégré dans la maquette. Par ailleurs, les comptes nationaux ont opéré deux changements de base successifs depuis la publication de la version précédente, et sont passés en SEC 2010 au printemps 2014. Ces évolutions ont entraîné des changements de nomenclature et des modifications conceptuelles (par exemple intégration des dépenses de recherche et développement dans l'investissement), et ont rendu nécessaire une actualisation de l'estimation des équations, qui intègre désormais la crise de 2008-2009.

Cette version a également été l'occasion d'introduire des modifications dans certaines spécifications, avec l'objectif de tenir compte de manière plus fine de certaines informations de court terme. En particulier, la modélisation des exportations repose sur un indicateur de compétitivité-coût sur un champ étendu à 23 pays, et les importations sont désormais prévues avec des contenus en imports différents selon les postes de la demande. L'investissement hors construction des entreprises réagit désormais à l'évolution du taux d'utilisation des capacités, tandis que l'inflation n'apparaît plus dans le long terme de l'équation de consommation.

Comme la version de 2010, ce document de travail présente les réactions du modèle face à différents chocs analytiques – pétrole, change, demande mondiale, investissement public. Cela permet de confronter les propriétés variantielles de la maquette aux résultats de modèles macroéconomiques plus détaillés comme le modèle *Mésange*. Le modèle présente des propriétés satisfaisantes aux principaux chocs, ce qui légitime son utilisation dans les exercices de type *post-mortem* qui visent à expliquer les écarts entre une nouvelle prévision et la précédente ou entre une prévision et sa réalisation. Les estimations ont été conduites sur la période 1990-2012<sup>2</sup>, sauf exceptions dues à des ruptures de comportement identifiées.

Dans la suite de ce document, l'architecture de la maquette, globalement inchangée par rapport à la version précédente, est d'abord décrite brièvement (*cf.* section 1). Puis, sont présentées de manière détaillée les principales équations relatives aux comportements réels (*cf.* section 2) et les principales équations de la boucle prix-salaires (*cf.* section 3). Dans ces deux sections, l'accent est mis sur les performances des équations sur la période récente et une analyse comparative avec la version originale de la maquette, en faisant apparaître le cas échéant les éventuels changements de spécification. Les principales propriétés du modèle en variante sont finalement examinées, avec une analyse de la qualité globale du modèle et un retour sur la prévision du Projet de loi de finances pour 2015 (*cf.* section 4). Enfin, les sources et la construction des variables utilisées dans le modèle sont décrites en annexes (*cf.* section 5).

---

<sup>2</sup> Lors des travaux d'estimation, l'année 2012 correspondait à la dernière année de compte définitif disponible, *ie* dans les comptes annuels publiés en mai 2015. L'ensemble des graphiques trimestriels présentés correspond aux données des résultats détaillés du 2<sup>ème</sup> trimestre 2016, publiés le 23 septembre 2016.

# 1. La structure du modèle *Opale* et son utilisation en prévision

## 1.1. Structure du modèle

**Le modèle *Opale* retrace l'équilibre offre-demande des biens et services** des comptes nationaux trimestriels en volume en base 2010<sup>3</sup>. Le modèle comprend une modélisation essentiellement comptable de l'offre, la prévision portant essentiellement sur les postes de la demande. L'équilibre est établi de manière agrégée, sauf lorsqu'une désagrégation semble plus adaptée pour les exercices de prévision :

- Pour le commerce extérieur, sont distingués les produits manufacturés (DIM y compris les industries agroalimentaires ; les carburants raffinés C2 sont également isolés pour les prix), les matières premières énergétiques (DE), les produits agricoles (AZ), les services (SERV, y compris correction CAF-FAB) et la correction territoriale (PCHTR).
- Pour l'investissement (formation brute de capital fixe), sont distingués le produit construction (pour lequel les données de permis de construire et de mises en chantier fournissent une information spécifique en prévision) et les produits hors construction (équipement, R&D).

**Le modèle *Opale* comprend par ailleurs une modélisation complète de la boucle prix-salaires**, qui relie les prix de demande aux prix d'offre, eux-mêmes dépendants des coûts de production (cf. section 3).

**Un compte de production et d'exploitation est construit au niveau des branches marchandes non agricoles (BMNA)**, retraçant la décomposition de la production et de la valeur ajoutée et aboutissant au taux de marge. Les BMNA apparaissent comme l'agrégat pertinent car la valeur ajoutée, l'emploi et les salaires du secteur non marchand (branche OQ des comptes nationaux) sont prévus hors modèle, à partir de l'information disponible sur les administrations publiques notamment.

## 1.2. Les caractéristiques du modèle *Opale* au regard de son utilisation en prévision

**L'utilisation du modèle *Opale* en prévision guide le choix de sa structure et, dans une certaine mesure, le choix des spécifications des équations de comportement.**

**Le modèle *Opale* s'apparente sur plusieurs points à un modèle comme *Mésange*<sup>4</sup>.** Il se concentre sur l'économie réelle, pour un seul pays, les hypothèses internationales faisant l'objet d'une prévision détaillée de façon externe. La demande mondiale, les prix étrangers, les taux d'intérêt, le taux de change, sont exogènes. La tendance de la productivité du travail l'est également. En outre, une part importante des éléments de long terme du modèle peuvent s'inscrire, pour l'essentiel, dans un cadre théorique analogue à celui du modèle *Mésange* : élasticité unitaire de l'investissement à l'activité à long terme, condition impliquée par un ratio capital/valeur ajoutée constant à long terme<sup>5</sup> ; élasticité unitaire de la consommation des ménages au revenu disponible réel.

---

<sup>3</sup> Comptes nationaux trimestriels au prix de l'année précédente, chaînés – cf. Bardaji *et al.*, 2010 pour le traitement des volumes chaînés.

<sup>4</sup> Cf. Bardaji *et al.*, 2017, Klein et Simon, 2010.

<sup>5</sup> Cela traduit l'hypothèse d'un progrès technique neutre au sens de Harrod, qui porte donc uniquement sur le travail, dans le cadre d'une fonction de production à élasticité de substitution constante (cf. Allard-Prigent *et al.*, 2002 ; Klein et Simon, 2010).

**Pour autant, la qualité du modèle en prévision à un ou deux ans doit primer sur ses propriétés à long terme, le modèle pouvant donc s'affranchir de certaines contraintes.**

Le modèle *Opale* n'est pas utilisé pour construire un scénario de long terme ni pour réaliser des évaluations de politique économique. Lorsqu'une réforme structurelle est mise en œuvre, ses effets sont évalués par ailleurs puis sont ajoutés au modèle. Par ailleurs, un modèle comme *Opale* est inadapté pour la prévision pluriannuelle sur un horizon de 3 à 5 ans. À cet horizon, les chocs conjoncturels connus au moment des prévisions n'ont plus guère d'impact sur la croissance<sup>6</sup> et une approche par les postes de la demande s'avère inadaptée. La prévision doit alors se fonder prioritairement sur une approche par l'offre, basée sur une estimation de la croissance potentielle et de l'écart de production et une analyse de son rythme de fermeture.

**Le modèle *Opale* peut donc s'éloigner d'un cadre théorique restrictif, dès lors que les propriétés statistiques des données ou le diagnostic macroéconomique récent le justifient.** Par exemple, l'équation d'emploi intègre une tendance de productivité et vise à capter fidèlement le cycle de productivité, mais ne modélise pas la demande de travail selon ses autres déterminants de long terme (rémunérations réelles, coin fiscal-social). La modélisation des salaires se place dans le cadre d'un modèle de négociation salariale (*wage setting*), mais peine au vu des données à faire ressortir l'impact du taux de chômage à long terme, ce qui rend problématique l'estimation d'un niveau de taux de chômage structurel.

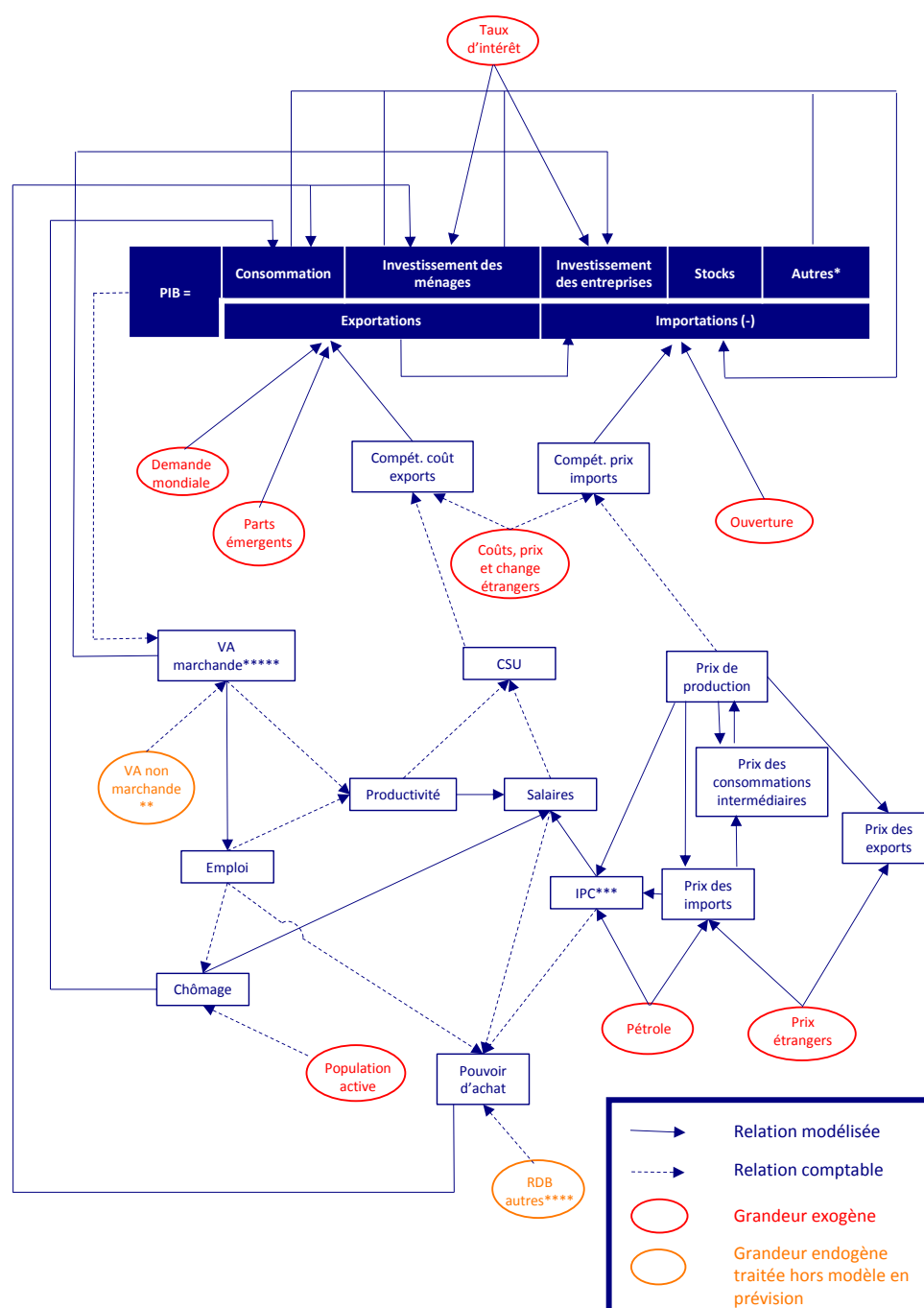
**À l'inverse d'un modèle construit pour des scénarios de moyen terme et des évaluations de politique économique, le modèle *Opale* cherche à retracer de manière plus fine certaines informations de court terme.** La prise en compte de variables expliquant de la volatilité conjoncturelle facilite le travail du prévisionniste : par exemple les écarts des températures aux moyennes saisonnières sont introduits directement dans l'équation de consommation, pour capter la volatilité trimestrielle de la consommation d'énergie, ou encore des indicatrices liées aux mesures de politiques économiques sur le secteur automobile permettent de capter les effets de ces mesures. *Opale* cherche également à prendre en compte des variables de cycle : la modélisation de l'investissement prend par exemple en compte l'impact du taux d'utilisation des capacités de production.

---

<sup>6</sup> Cf. par exemple les variantes du modèle Mésange (Klein et Simon, 2010, Bardaji *et al.*, 2017).



## Schéma simplifié du modèle *Opale*



### Notes :

Ce schéma représente sous forme simplifiée le modèle *Opale* tel qu'utilisé en prévision. Les variables en rouge sont les exogènes du modèle. Les variables orangées, établies hors modèle lors des exercices de prévision (cf. encadré 1), font en revanche l'objet d'une modélisation pour la version bouclée du modèle.

\*Autres postes de la demande : dépenses de consommation des ISBLSM, investissement des entreprises financières et des ISBLSM, demande publique (consommation et investissement).

\*\*La valeur ajoutée (VA) des branches non marchandes provient essentiellement du secteur des administrations publiques (APU). Elle est déduite à partir du compte d'exploitation des APU. La VA agricole est également prévue de manière exogène dans les exercices de prévision. Les impôts et subventions sur les produits en volume sont calibrés sur les postes de la demande, ce qui complète le passage du PIB à la VA marchande.

\*\*\*Cf. section 3 pour la modélisation des autres prix de demande.

\*\*\*\*Autres composantes du revenu disponible brut (RDB) des ménages : excédent brut d'exploitation (EBE) des entrepreneurs individuels – revenu mixte, EBE des ménages purs (loyers y compris loyers imputés), revenus du patrimoine (intérêts, dividendes, etc.), prestations sociales en espèces, prélèvements obligatoires et cotisations sociales à la charge des ménages notamment.

\*\*\*\*\*VA marchande : VA des branches marchandes non agricoles (BMNA).

### Encadré 1 : le rôle du modèle *Opale* dans les prévisions

Le modèle *Opale* est utilisé pour les prévisions macroéconomiques à horizon 1 à 2 ans en intégrant certains éléments prévus hors modèle. Il joue ainsi un rôle central dans les prévisions des composantes de la demande (consommation, investissement hors investissement des administrations publiques, commerce extérieur, stocks), de salaire et dans la construction d'un scénario de prix : termes de l'échange, prix de demande, déflateur du PIB.

Outre le **scénario international** (demande mondiale, prix et coûts étrangers, prix du pétrole, change) et les taux d'intérêt, certaines variables sont prévues hors modèle lors des exercices de prévision, pour prendre en compte finement toute l'information disponible :

- La **prévision conjoncturelle** du PIB et des composantes de la demande, pour le trimestre courant et à venir, est établie à partir d'une approche qui réplique l'approche utilisée par l'Insee pour mesurer la croissance s'appuyant sur les données conjoncturelles disponibles (enquête de conjoncture, indice de la production industrielle, consommation en biens, etc.) et sur une construction des postes de la demande à partir d'une analyse conjoncturelle fine (approche sectorielle, indicateurs mensuels)<sup>7</sup>. Le modèle *Opale* est alors utilisé pour « relire » en rythme trimestriel la prévision de court terme ainsi construite.
- L'**inflation** fait l'objet d'une prévision détaillée par grande catégorie de produits hors modèle. Cela permet d'y intégrer une information fine prévisible (prix dits « réglementés », fiscalité indirecte, diagnostic sectoriel). Le modèle *Opale* est alors un outil de cadrage et permet d'assurer la cohérence entre les prix d'offre et les prix de demande.
- Les variables de **finances publiques** (en valeur) font l'objet d'une prévision hors modèle, dans le cadre de la construction du scénario détaillé de finances publiques. Y sont intégrées les mesures portant sur les finances publiques (mesures nouvelles en recettes, effort programmé en dépense) et la prévision de la réaction spontanée des finances publiques (effets d'élasticité). Le bouclage est réalisé par itérations successives entre la prévision macroéconomique et la prévision de finances publiques. Le bouclage simplifié des finances publiques existant dans le modèle *Opale* est utilisé uniquement pour construire les variantes analytiques.
- Les **prévisions d'emploi** sont réalisées en partie hors modèle, ce qui permet de prendre en compte de manière fine les politiques d'emploi : effectifs d'emplois aidés, élasticité de l'emploi aux mesures de baisse de coût du travail en fonction de leur ciblage, etc. L'équation d'emploi intégrée au modèle permet de connaître la réaction de l'emploi aux variations de l'activité, à politiques de l'emploi inchangées.

La prévision macroéconomique s'appuie par ailleurs sur la construction d'un **tableau économique d'ensemble** (secteurs institutionnels) complet, hors modèle *Opale*, qui sert plusieurs objectifs :

- La prévision des composantes essentielles pour la prévision macroéconomique est ainsi réalisée le plus finement possible. En particulier, le revenu disponible des ménages est prévu ligne à ligne, en cohérence avec les éléments de prévision issus du modèle *Opale* (salaires, emploi), mais aussi en intégrant une analyse spécifique pour les revenus du patrimoine ou les revenus des indépendants par exemple.
- Cela permet de transposer la prévision en comptes de secteurs. Le taux de marge des sociétés non financières, par exemple, est construit de cette manière.
- Cela aboutit à une prévision économique complète et cohérente, jusqu'à la capacité de financement des différents agents, qui est employée comme instrument de relecture globale du modèle.

<sup>7</sup> Lalande É. et Rioust de Largentaye T. (2015), « La prévision de croissance de court terme à la DG Trésor », Document de travail de la DG Trésor Numéro 2015/04.

### 1.3. Forme des équations et stratégie d'estimation

Les équations sont estimées sous la forme de **modèles à correction d'erreur**. Cela permet d'une part d'explicitier des relations de long terme, en s'inscrivant si possible dans un cadre théorique explicite, et d'autre part de se placer dans le cadre statistique naturel pour traiter des séries pour la plupart non stationnaires.

Les estimations ont été conduites sur la **période 1990-2012**<sup>8</sup>, sauf exceptions dues à des ruptures de comportement identifiées. Cette période est suffisamment longue pour des estimations et des tests sur données trimestrielles (80 points environ) et s'arrête à la dernière année de comptes nationaux définitifs connus en base 2010 à la date de réalisation des travaux. Cette stratégie est préférable à celle consistant à étendre davantage la période d'estimation, pour limiter les possibles changements de comportements au cours de la période d'estimation. En particulier, les années 1980, marquées par les politiques de désinflation et la libéralisation financière, ont été exclues de la période d'estimation. À l'inverse, les années de la grande récession ont été d'emblée intégrées à la période d'estimation, car il paraissait indispensable que les équations du modèle parviennent à rendre compte de la grande récession de façon adéquate. Par conséquent, les spécifications des équations de comportement se révélant instables au passage de la crise n'ont pas été retenues pour le présent document de travail.

Les spécifications de long terme sont choisies, après tests de stationnarité, en croisant les résultats de plusieurs **tests de cointégration**<sup>9</sup>. Les équations sont ensuite estimées en deux étapes : (i) estimation de la relation de long terme<sup>10</sup> puis (ii) estimation de la dynamique de court terme. Les spécifications des dynamiques de court terme ont été choisies sur la base de critères de robustesse (pour éviter des spécifications instables) et d'information statistique (pour rechercher des représentations parcimonieuses). Hormis le cas idéal où les résultats des tests sont tous concordants, le modélisateur a conservé une latitude de jugement. La priorité est donnée au sens économique des équations, qui doivent être pertinentes pour relire l'histoire économique passée et retracer au mieux la période de crise.

---

<sup>8</sup> Lors des travaux d'estimation, l'année 2012 correspondait à la dernière année de compte définitif disponible, *ie* dans les comptes annuels publiés en mai 2015.

<sup>9</sup> Tests d'absence de cointégration (Engle et Granger, Phillips-Ouliaris) et tests de cointégration (Hansen, Park).

<sup>10</sup> Par la méthode des moindres carrés dynamiques (Dynamic Ordinary Least Squares, ou DOLS) pour corriger du biais d'endogénéité en échantillon fini. Les statistiques de test (« t de Student ») ne sont pas données pour les équations de long terme, et sont remplacées par (\*), car elles ne suivent pas une loi de Student, et leur distribution asymptotique ne suit pas une loi normale, à cause de la non-stationnarité des variables ; elles conduiraient donc à des p-valeurs erronées. En revanche, les t de Student sont donnés entre parenthèses sous les valeurs estimées des paramètres de court terme, car ces paramètres sont estimés sur les résidus de la relation de long de long terme, qui sont eux stationnaires. Ils permettent donc bien d'évaluer la significativité des paramètres estimés.

## 2. Les principaux comportements réels

Dans cette partie sont présentées les principales équations sur les comportements réels du modèle *Opale*. Sauf mention explicite (notamment dans le cas de l'emploi marchand), les variables considérées sont exprimées en volume aux prix de l'année précédente chaînés.

### 2.1. La consommation des ménages

La spécification choisie pour modéliser la consommation des ménages (cf. équation 1) vise à retracer l'impact des principaux déterminants théoriques, les choix étant guidés par l'utilisation du modèle en prévision :

- Le **revenu disponible brut en termes réels (pouvoir d'achat du revenu disponible brut des ménages, calculé avec le déflateur de la consommation des ménages)** est le principal déterminant de la consommation des ménages<sup>11</sup>. C'est la seule variable présente dans le long terme dans la mesure où le taux d'épargne des ménages est stationnaire sur la période considérée.
- Le **taux de chômage** vise à retracer les effets d'épargne de précaution. Une hausse du taux de chômage implique un plus fort risque de perte de revenu futur pour les ménages, qui se traduit par un surcroît d'épargne toutes choses égales par ailleurs.
- S'y ajoutent des variables qui captent une part importante de la volatilité trimestrielle de la consommation, de manière à mieux isoler l'estimation de l'élasticité de la consommation à ses déterminants fondamentaux : **des indicatrices relatives aux mesures de soutien temporaire à l'achat de véhicules neufs et les écarts des températures à leurs normales saisonnières**.
  - o Les indicatrices permettent de retracer les dispositifs de soutien à la consommation automobile mis en œuvre par le passé ou du système de bonus-malus. Cette variable se substitue aux encours de crédits à la consommation, introduits dans la précédente version du modèle *Opale*, dont l'évolution retraçait en grande partie celle des achats d'automobiles.
  - o Par ailleurs, l'écart de la température à sa moyenne saisonnière permet de tenir compte de l'effet conjoncturel du climat sur la consommation d'énergie.

En revanche, certains déterminants théoriques du comportement de la consommation des ménages n'interviennent pas dans la modélisation qui a été retenue :

- Les **effets de richesse**. Contrairement à certains modèles, par exemple l'ancienne version du modèle *Opale* qui tenait compte de la richesse immobilière des ménages nette de leurs emprunts à long terme, cette version du modèle *Opale* n'utilise pas de variable de patrimoine pour modéliser la consommation des ménages. En effet, les effets de richesse demeurent d'une ampleur limitée en France<sup>12</sup>, leur influence sur la consommation

---

<sup>11</sup> L'équation de consommation du modèle *Opale*<sub>2010</sub> reposait sur le revenu disponible réel, hors excédent brut d'exploitation des ménages purs (loyers et loyers imputés), pour éviter un double compte avec la variable de richesse immobilière nette (Bardaji *et al.*, 2010). Cette distinction n'est plus jugée nécessaire, dans la mesure où l'équation n'intègre plus de variable de patrimoine.

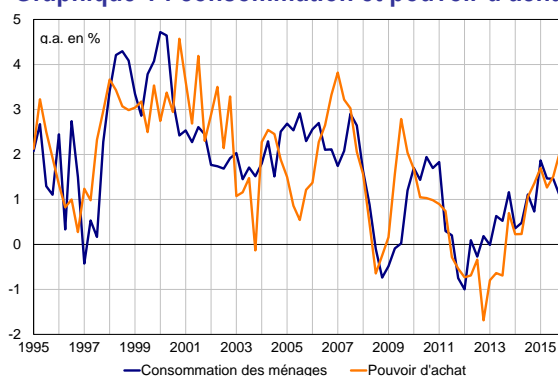
<sup>12</sup> Aviat A., Bricongne J-C. et Pionnier P-A. (2007), « Richesse patrimoniale et consommation : un lien tenu en France, fort aux États-Unis », Insee, *Note de conjoncture* n° 208.

étant donc faible, y compris pendant la période de hausse du prix des actifs immobiliers de la première moitié des années 2000.

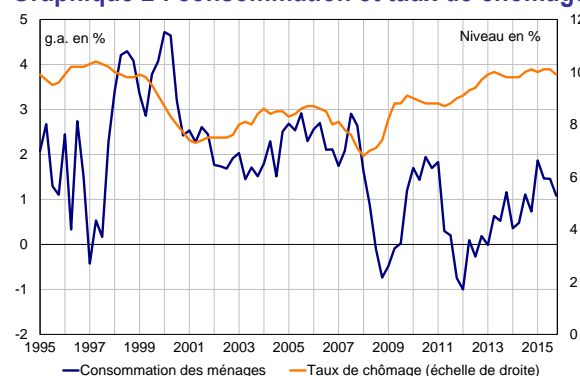
- Les **effets ricardiens**. Mis en évidence dans des travaux en comparaison internationale, les effets ricardiens ne se manifestent pas systématiquement (Berger et Daubaire, 2003) et la réaction de la consommation aux variations de l'épargne publique semble limitée en moyenne historique, même si la consommation semble réagir légèrement à court terme (Bardaji *et al.* 2014). Vu ces constats, et dans un esprit de parcimonie, aucune variable de solde public n'est donc introduite dans la modélisation de la consommation des ménages.
- Les **taux d'intérêt**. Les travaux économétriques n'ont pas permis de mettre en évidence sur la période d'estimation retenue un effet notable des taux d'intérêt à court terme sur le comportement de consommation des ménages à part les effets des taux d'intérêts sur le revenu des ménages. Par ailleurs, lorsque les taux d'intérêt ressortent de façon statistiquement significative dans une modélisation alternative, ils ne contribuent que marginalement à expliquer les fluctuations de la consommation. C'est pourquoi il a donc été décidé de ne pas conserver de variables reflétant les conditions de financement des ménages.

Enfin, la variable d'**inflation** ne joue plus sur le niveau du taux d'épargne de long terme, contrairement à la spécification retenue dans la précédente version du modèle *Opale*. Les effets d'encaisse réelle, par lesquels, toutes choses égales par ailleurs, les ménages épargnaient davantage pour compenser une hausse de l'inflation, n'apparaissent plus pertinents. Il est en effet possible que le comportement des ménages ait effectivement évolué sur ce point par rapport aux années 1980, qui ne figurent plus dans la période d'estimation, étant donné les évolutions majeures de la politique monétaire et des anticipations d'inflation depuis cette époque.

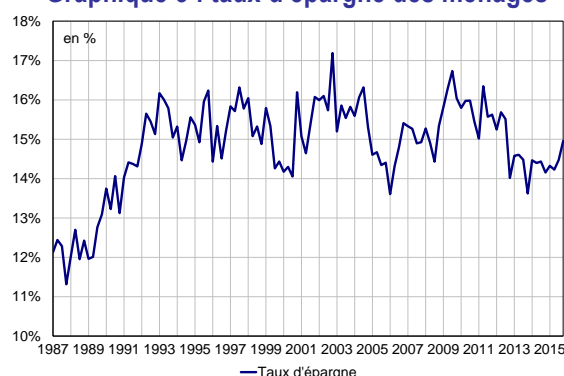
**Graphique 1 : consommation et pouvoir d'achat**



**Graphique 2 : consommation et taux de chômage**



Graphique 3 : taux d'épargne des ménages



Équation 1 : Consommation des ménages

$$\Delta \ln Conso = 0,003 + 0,15 \Delta \ln Rdb r + 0,16 \Delta \ln Rdb r_{-1} - 0,55\% \Delta Txcho - 0,10\% \Delta Temp + INDICATRICES - 0,12 (\ln Conso_{-1} - \ln Rdb r_{-1} - 4,44)$$

(6,3) (2,5) (2,8) (-3,3) (-3,6)  
(-2,9)

Équation estimée par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) sur la période 1990T1-2012T4 :

$R^2 = 72,8 \%$   $SER = 0,32 \%$   $DW = 1,95$

*Conso* : Consommation des ménages en volume.

*Rdb r* : Revenu disponible brut réel (revenu disponible brut des ménages déflaté par le déflateur de consommation des ménages).

*INDICATRICES* : Variables indicatrices destinées à isoler les effets des mesures temporaires relatives aux achats de véhicules neufs :

- Indicatrices captant le report d'achat et le contrecoup liés aux mesures Balladur (1993T1 et 1995T3) ;
- Indicatrice captant l'anticipation d'achat lié à l'arrêt des mesures Balladur (1995T2) ;
- Indicatrices captant l'entrée en vigueur (1996T1) et la sortie (1996T4) du dispositif Juppé (1996T1) ;
- Indicatrice captant la modification de la réglementation relative au millésime des véhicules (1999T3) ;
- Indicatrice captant la sortie du dispositif de prime à la casse (2011T2).

*Txcho* : Taux de chômage au sens du BIT (France métropolitaine).

*Temp* : Écart des températures à leurs moyennes saisonnières.

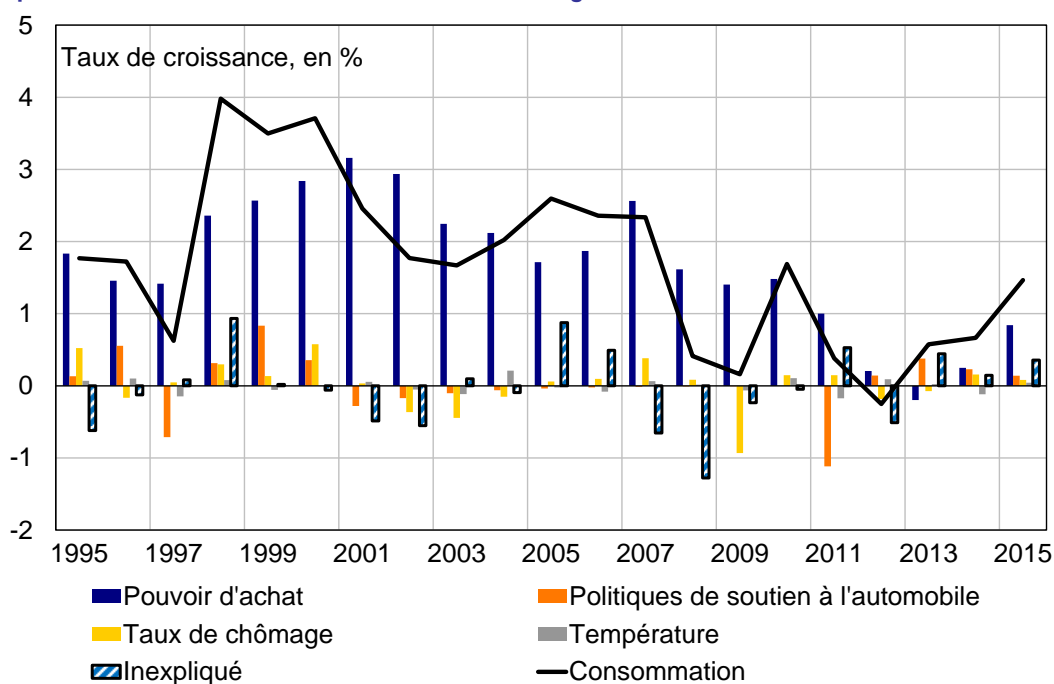
Tableau 1 : élasticités ou semi-élasticités de la consommation des ménages à ses déterminants

En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
RDB réel (+1 %)	0,15	0,41	0,48	0,54	0,39	0,66	0,92	1,00
Taux de chômage (+1 pt)	-0,55	-0,48	-0,43	-0,38	-0,46	-0,28	-0,06	0,00
Température (+1 °C pendant un trimestre)	-0,10	0,01	0,01	0,01	-0,02	0,01	0,00	0,00

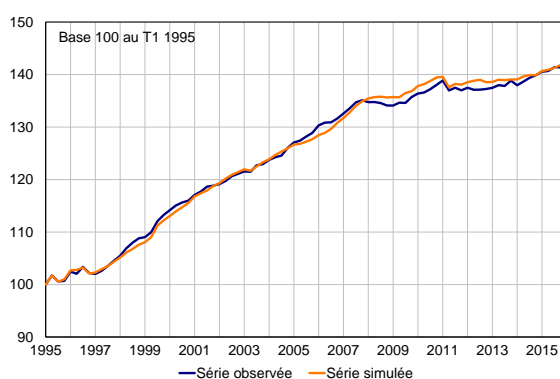
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

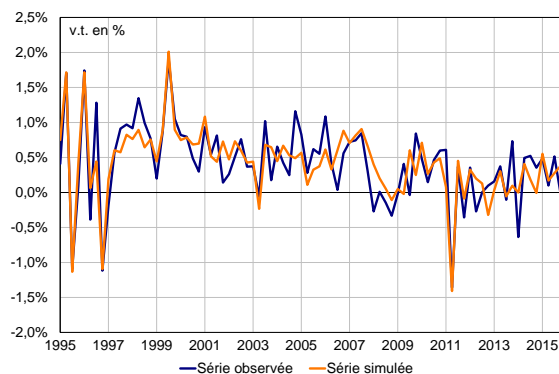
**Graphique 4 : évolution de la consommation des ménages et contribution des déterminants**



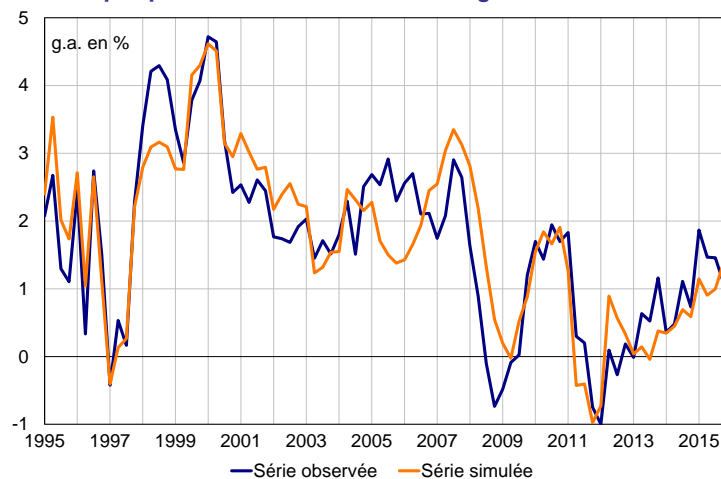
**Graphique 5 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 6 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 7 : observé et simulé en glissement annuel**





**L'équation de consommation ainsi spécifiée présente des propriétés statistiques satisfaisantes.** En particulier, les tests standards ne rejettent pas l'existence d'une relation de cointégration entre la consommation en volume et le revenu disponible réel sur la période d'estimation choisie, et l'élasticité de la consommation au revenu apparaît unitaire au regard des tests statistiques : le taux d'épargne apparaît donc comme une variable stationnaire, autour de sa moyenne 1990-2012. L'ajustement de l'équation apparaît satisfaisant. L'introduction de variables captant une partie de la volatilité de court terme (mesures relative à l'achat de véhicules neufs, écart aux températures normales saisonnières) permet une estimation plus robuste des paramètres associés aux déterminants essentiels de la consommation.

**La réaction de la consommation à ses principaux déterminants, tout en semblant mieux décrite depuis la crise, est comparable à celle de l'ancienne spécification.** La réaction de la consommation à un choc sur le revenu apparaît plus forte à court terme, et très comparable à l'horizon d'un ou deux ans, bien que la force de rappel vers l'équilibre de long terme soit un peu plus faible que dans la spécification d'*Opale*<sub>2010</sub>. Cette nouvelle spécification confirme donc que les effets de lissage de la consommation par rapport au revenu réel sont importants : moins de la moitié d'un surcroît de revenu est consommé en un an, environ deux tiers en deux ans. L'épargne de précaution générée par une hausse du chômage est comparable à celle d'*Opale*<sub>2010</sub> : une hausse permanente du taux de chômage d'un point réduit la consommation d'environ 0,46 pt à horizon d'un an dans le présent modèle, contre 0,39 pt dans *Opale*<sub>2010</sub>.

**L'équation reproduit assez bien la faiblesse de la consommation au cours de la période 2011-2014, qui est expliquée essentiellement par le ralentissement du revenu réel par rapport aux années antérieures.** Le contrecoup lié à l'extinction des mesures de prime à la casse, de même que l'évolution de l'épargne de précaution liée aux incertitudes des ménages sur leurs revenus futurs du fait de la hausse du chômage, auraient également joué un rôle significatif au cours de cette période. En revanche, la spécification retenue peine à rendre compte de la forte décélération de la consommation en 2008 et 2009, alors que le revenu réel avait peu ralenti ces deux années. Néanmoins, des travaux exploratoires ont montré qu'une spécification alternative, utilisant une variable de confiance des ménages en sus du taux de chômage, ne parvenait pas à capter de manière plus satisfaisante les effets d'épargne de précaution.

**La robustesse de la spécification retenue ne dispense pas le prévisionniste d'un travail hors modèle, pour prendre en compte les effets ne transitant pas par les quelques déterminants retenus.** En particulier, l'absence de prise en compte des effets richesse et des effets ricardiens dans l'équation de consommation demande de faire un choix indépendant de l'équation, au travers du jugement du prévisionniste : cela peut en particulier se justifier dans une période de consolidation budgétaire programmée, ou encore en cas de fortes variations du prix de l'immobilier. Des variations de prélèvements obligatoires ou de prestations sociales constituent également un exemple de phénomènes à prendre en compte hors modèle : en effet, si elles sont ciblées sur des ménages à revenu élevé, dont le taux d'épargne est plus élevé, elles auront probablement un impact atténué sur la consommation car les ménages affectés ajusteront davantage leur comportement d'épargne.



## 2.2. L'investissement des entreprises non financières (ENF)

### 2.2.1. Équation d'investissement hors construction des entreprises non financières

La modélisation de l'investissement des entreprises non financières hors produits de la construction prend en compte le rôle joué par la demande à travers l'effet accélérateur, le coût du capital et le taux d'utilisation des capacités de production :

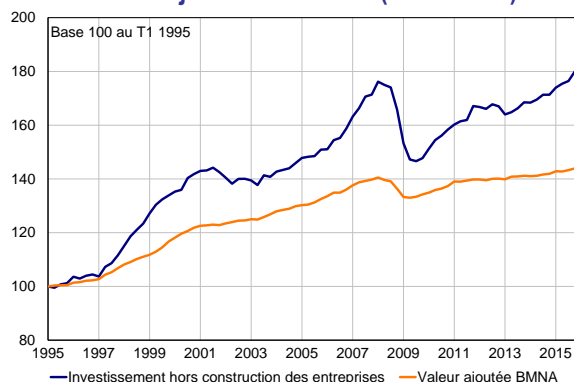
- La **valeur ajoutée** des branches marchandes non agricoles (BMNA), déjà présente dans l'ancienne version du modèle *Opale*, capte l'effet accélérateur de l'investissement. Dans le cadre théorique sous-jacent, le taux d'investissement, calculé en termes nominaux, est constant à long terme, tandis que l'investissement et la valeur ajoutée pertinents dans le cadre du modèle de l'accélérateur sont exprimés en volume.
- Le **coût réel du capital**. Alors que l'ancienne spécification de l'équation d'investissement intégrait un taux d'intérêt, la nouvelle version utilise le coût du capital, qui dépend non seulement du taux d'intérêt mais aussi de la dépréciation du capital et du prix de l'investissement : cette spécification est plus fidèle au cadre théorique sous-jacent<sup>13</sup>.
- Le **taux d'utilisation des capacités de production**, donnée d'enquête qui vise à capter le besoin d'investissement au regard du niveau de la demande et du potentiel de production. L'ajout de cette variable, absente de l'ancien modèle *Opale*, apparaît pertinent dans le contexte actuel d'un déficit durable de demande.

Certaines spécifications de l'investissement des entreprises font ressortir l'effet du **taux de marge**, comme proxy de la profitabilité des entreprises et/ou de leur trésorerie disponible à court terme. Néanmoins, dans ces spécifications, l'évaluation statistique montre que le taux de marge contribuerait peu au dynamisme de l'investissement. Cela s'accorde en réalité avec le fait que l'investissement a été dynamique en France – toutes choses égales par ailleurs – depuis 2008 : le taux de marge ayant baissé dans le même temps, une approche économétrique peine à faire ressortir une corrélation positive entre taux de marge et investissement. D'une part, d'autres déterminants ont pu jouer (reflétant en cela une hétérogénéité entre taux de marge des entreprises et décisions d'investissement). D'autre part, le taux de marge a peu varié entre la fin des années 1980 et la crise. Le fait que l'approche statistique ne permette pas de faire jouer un rôle important aux variables de profit et/ou de rentabilité du capital ne signifie pas que cela soit le cas en réalité. C'est un des éléments que le prévisionniste doit gérer en utilisant ce type de modèle.

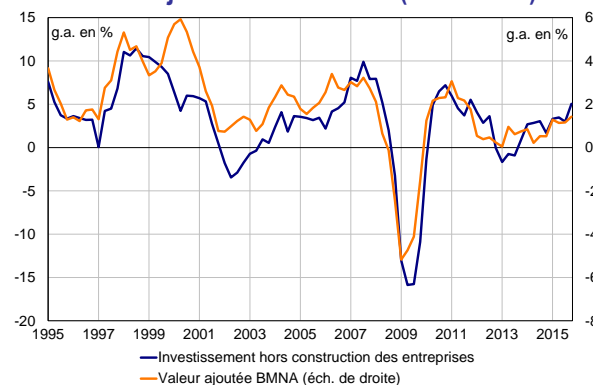
---

<sup>13</sup> Cela s'apparente à l'équation d'investissement du modèle *Mésange* en base 2000 (Klein et Simon, 2010). Pour être complet, le coût du capital devrait être estimé en incluant le coût des fonds propres et le coût du financement obligataire, ainsi que les effets de la fiscalité.

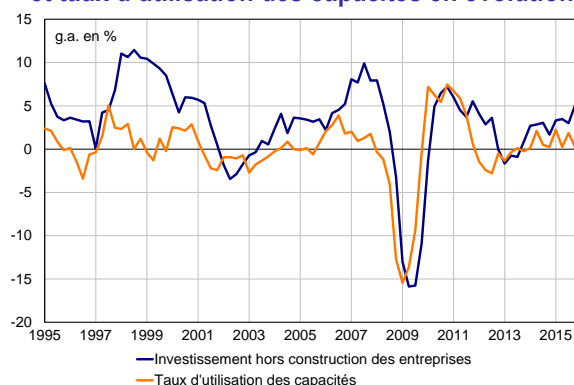
**Graphique 8 : investissement hors construction et valeur ajoutée en niveau (en volume)**



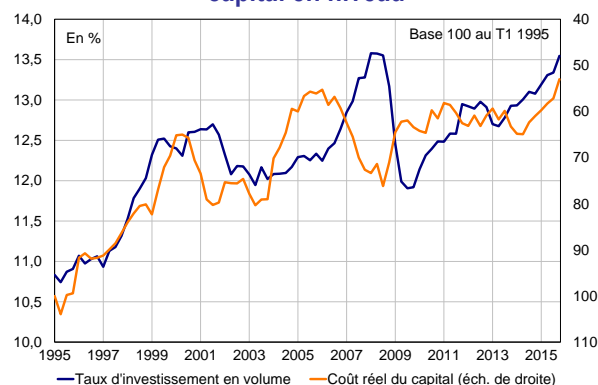
**Graphique 9 : investissement hors construction et valeur ajoutée en évolution (en volume)**



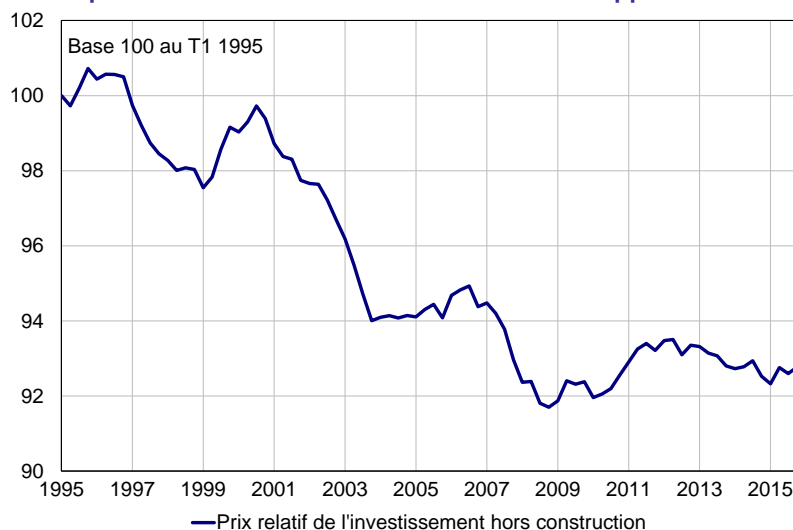
**Graphique 10 : investissement hors construction et taux d'utilisation des capacités en évolution**



**Graphique 11 : taux d'investissement et coût réel du capital en niveau**



**Graphique 12 : ratio du prix de l'investissement hors construction rapporté au déflateur de la VA BMNA**



**Équation 2** : investissement des entreprises non financières en produits hors construction

$$\Delta \log Inv = \underset{(-0,35)}{-0,001} + \underset{(2,7)}{0,22} \Delta \log Inv_{-2} + \underset{(2,9)}{1,17} \Delta \log VA + \underset{(3,3)}{0,0032} \Delta TUC_{-2} - \underset{(-2,5)}{0,10} \left[ \log Inv_{-1} - \log VA_{-1} - \left( \underset{(*)}{-1,85} - \underset{(*)}{0,018} Ck_{reel_{-1}} \right) \right]$$

Équation estimée par les doubles moindres carrés ordinaires sur la période 1990T1-2013T4 :

$R^2 = 68,0 \%$     $SER = 1,02 \%$     $DW = 1,79$

$VA$  : Valeur ajoutée BMNA

$TUC$  : Taux d'utilisation des capacités

$Ck_{reel}$  : Coût réel du capital (formule de Jorgenson).

$$Ck_{reel} = \frac{PI}{PVA} \left[ TauxMTLT - 100 * \left( \frac{PI}{PI_{-4}} - 1 \right) + \delta \right]$$

$PI$  : Prix de l'investissement hors construction

$PVA$  : Prix de valeur ajoutée BMNA

$TauxMTLT$  : Taux d'intérêt à moyen et long terme des prêts aux SNF.

$\delta$  : Taux de dépréciation calibré à 9 points par an.

Cette équation a été estimée en deux étapes, par les doubles moindres carrés dynamiques. En effet, une estimation par les moindres carrés ordinaires aurait abouti à une estimation biaisée car l'investissement et la valeur ajoutée courants sont liés par une relation quasi-comptable (l'investissement est l'une des composantes comptables du PIB qui est un agrégat proche de la valeur ajoutée). Les variables instrumentales retenues sont classiquement des variables corrélées à la valeur ajoutée et dépourvues *a priori* de lien causal avec l'investissement : consommation des ménages, exportations et investissement des administrations publiques.

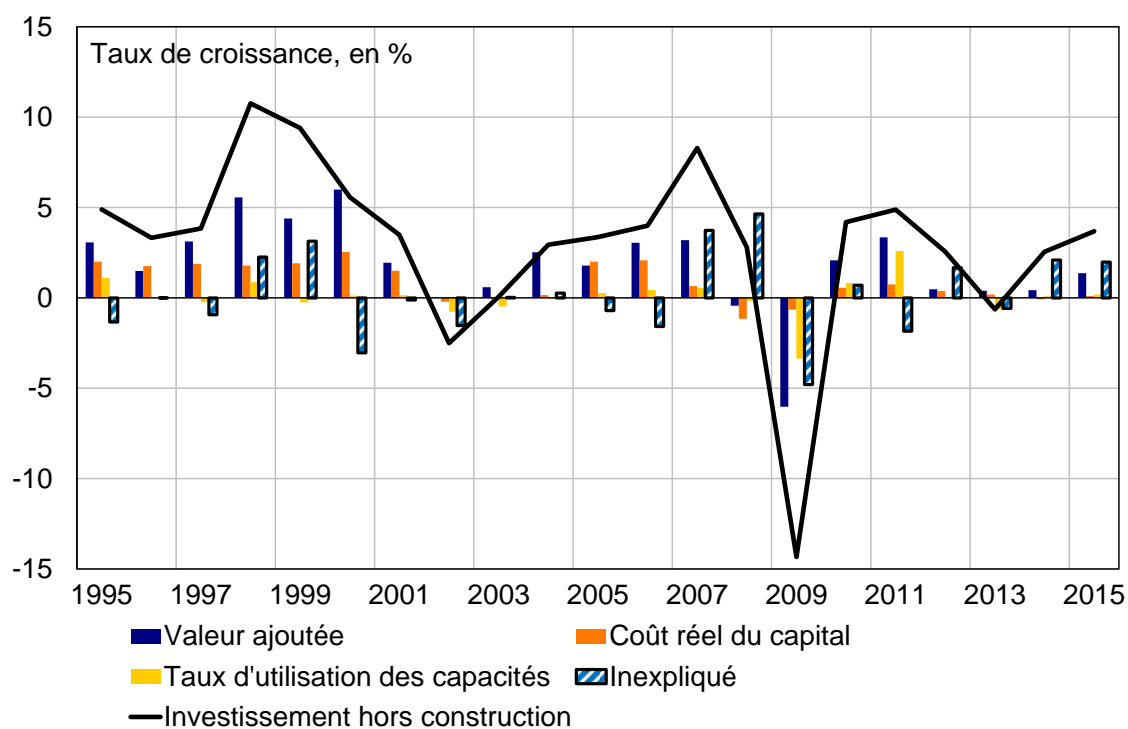
**Tableau 2 : élasticités et semi-élasticités de l'investissement des entreprises non financières hors produits de la construction à ses déterminants**

	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
<b>Valeur ajoutée BMNA (+1 %)</b>	1,17	1,15	1,39	1,35	1,27	1,30	1,05	1,00
<b>Coût réel du capital (+1 pt)</b>	0,00	-0,19	-0,36	-0,55	-0,28	-0,94	-1,70	-1,84
<b>Taux d'utilisation des capacités (+1 pt)</b>	0,00	0,00	0,33	0,30	0,16	0,28	0,05	0,00

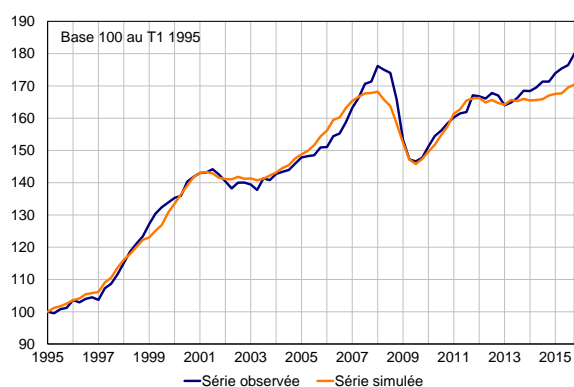
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

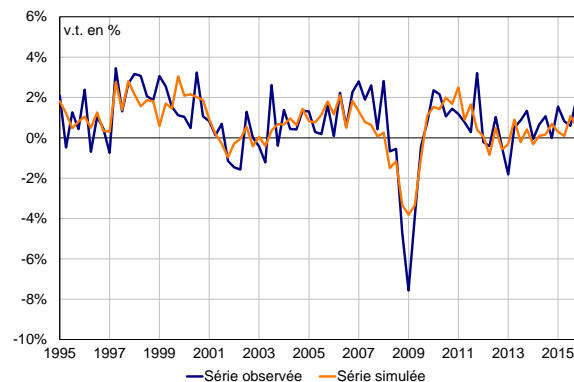
**Graphique 13 : évolution de l'investissement des entreprises non financières hors construction et contribution des déterminants**



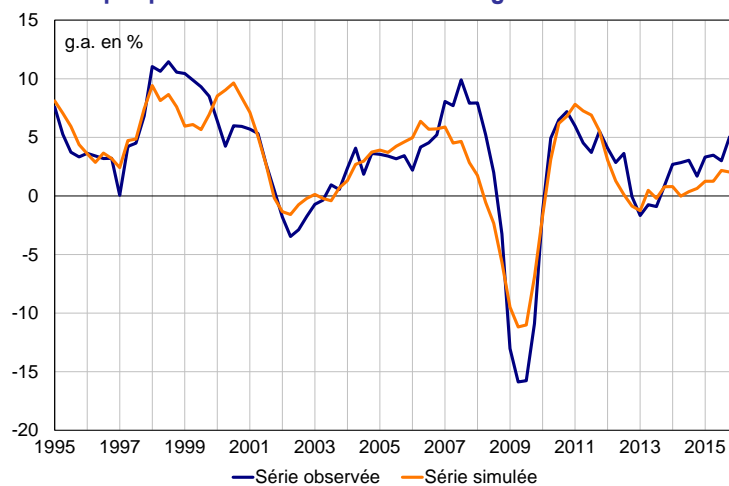
**Graphique 14 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 15 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 16 : observé et simulé en glissement annuel**



**L'équation d'investissement présente des propriétés statistiques satisfaisantes pour son usage en prévision.** Même si elle peine à retracer la vigueur de l'investissement en 2007-2008, avant le déclenchement de la crise, la relation de long terme et la force de rappel sont quasiment stables, en incluant ou non la période de crise, et l'évolution de l'investissement est correctement modélisée à partir de 2009.

**L'effet accélérateur à l'horizon d'un ou deux ans est atténué par rapport à la précédente version du modèle, tout en restant d'un ordre de grandeur comparable** (élasticité de l'investissement à la valeur ajoutée de 1,3 à 1 an, contre 2,4 dans l'ancienne spécification). Il serait finalement plus proche du modèle Mésange 2010 (Klein et Simon, 2010).

**La modélisation retenue décrit ainsi un investissement essentiellement guidé par les fluctuations de l'activité, dans un contexte où les conditions de financement des entreprises sont restées favorables, en moyenne, en France depuis la crise.** Le coût du capital, dont la baisse avait soutenu l'investissement avant la crise, n'a en revanche guère varié depuis, dans la mesure où les taux sont restés faibles en France. La prise en compte des capacités de production permet d'expliquer une partie de la baisse de l'investissement en 2009 et de son rebond en 2010-2011.

En pratique, bien que le modèle de l'accélérateur retrace l'évolution de l'investissement hors construction depuis la crise de manière relativement satisfaisante, le prévisionniste peut être amené à s'en écarter pour prendre en compte d'autres déterminants. En particulier, la **confiance des entreprises** et les **anticipations d'activité** ne sont pas prises en compte explicitement dans la modélisation, de même que des **mesures de soutien à l'investissement** comme la mesure exceptionnelle de suramortissement temporaire des investissements productifs annoncée par le gouvernement en avril 2015, ce qui peut conduire à retenir un jugement positif en prévision. À l'inverse, si le besoin d'amélioration de la situation financière des entreprises était plus prononcé, en raison d'un taux de marge inférieur à la moyenne d'avant-crise bien qu'en progression depuis le point bas de 2013 et d'un taux d'endettement élevé, les entreprises pourraient être incitées à limiter leurs investissements, même si ce facteur a peu joué dans le passé.

### *2.2.2. Équation d'investissement en construction des entreprises non financières*

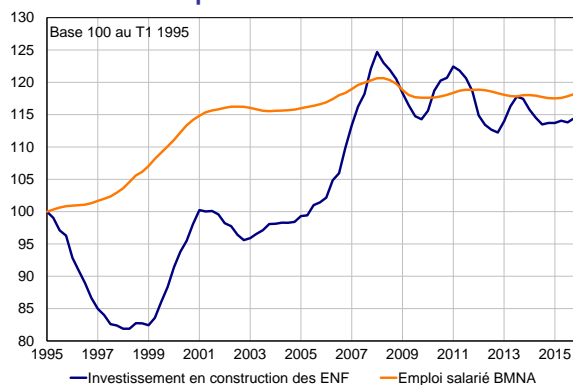
La modélisation de l'investissement des entreprises non financières (ENF) en construction retient deux déterminants :

- **L'emploi salarié des branches marchandes non agricoles (BMNA).** Les évolutions de l'emploi apparaissent un déterminant important de l'investissement des entreprises en construction, dans la mesure où les effectifs des entreprises déterminent directement les besoins de bureaux<sup>14</sup>.
- **Le prix relatif de l'investissement en construction.** Cette variable, définie comme le ratio du déflateur de l'investissement en construction des ENF et d'un indice des prix de l'immobilier, permet de capter l'arbitrage entre achat dans l'ancien et construction de bâtiments neufs.

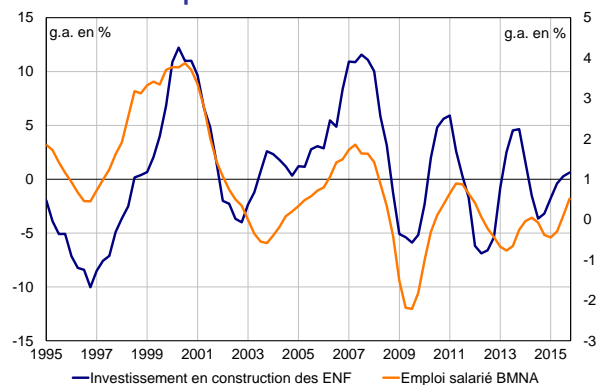
---

<sup>14</sup> Toutefois, une grande part de la volatilité est expliquée par les travaux publics qui représentent environ ¼ du total. Le reste de l'investissement construction des ENF est essentiellement composé des bâtiments non résidentiels et de l'entretien, moins volatile.

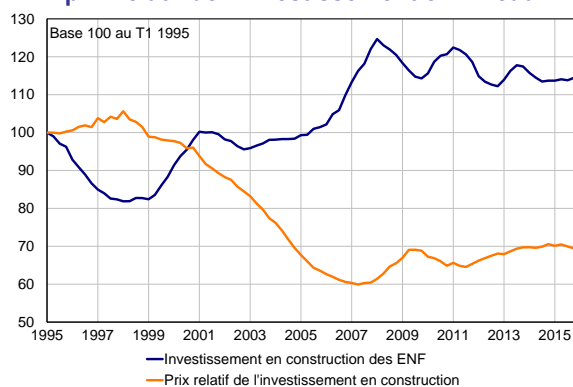
**Graphique 17 : investissement en construction et emploi salarié en niveau**



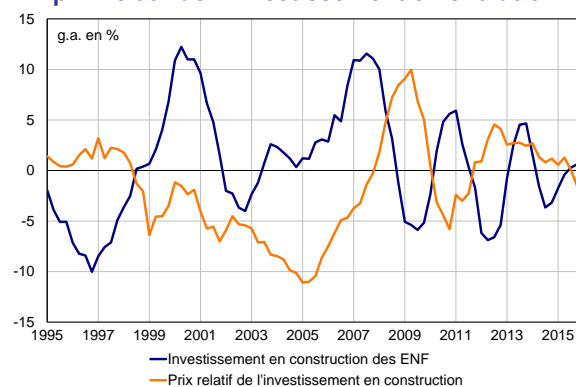
**Graphique 18 : investissement en construction et emploi salarié en évolution**



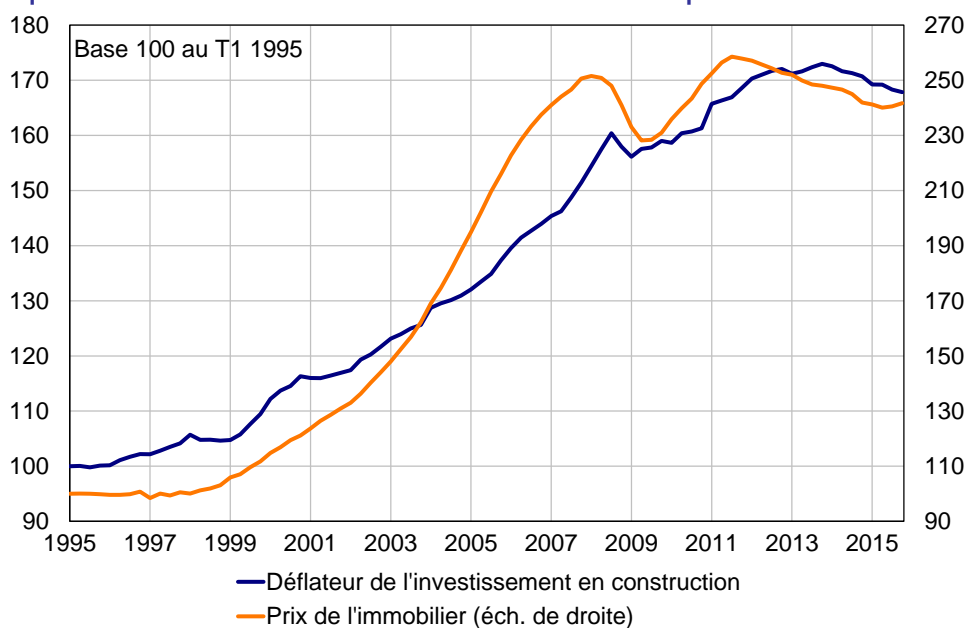
**Graphique 19 : investissement en construction et prix relatif de l'investissement en niveau**



**Graphique 20 : investissement en construction et prix relatif de l'investissement en évolution**



**Graphique 21 : déflateur de l'investissement en construction et prix de l'immobilier en niveau**



### Équation 3 : investissement des entreprises non financières en construction

$$\Delta \ln Inv_{Cons} = \underset{(-0,1)}{-0,000} + \underset{(5,2)}{0,56} \Delta \ln Inv_{Cons-1} + \underset{(2,9)}{1,93} \Delta \ln Emploi_{bmna-1} - \underset{(-2,5)}{1,34} \Delta \ln Emploi_{bmna-3} - \underset{(-2,4)}{0,06} \left[ \ln Inv_{Cons-1} - \left( \ln Emploi_{bmna-1} - \underset{(*)}{0,27} \ln PrixRelatifImmo_{-1} - \underset{(*)}{0,075} \right) \right]$$

Équation estimée par les MCO sur la période 1999T1-2012T4 :

$R^2 = 66,0 \%$   $SER = 1,0 \%$   $DW = 2,2$

$Inv_{Cons}$ : Investissement en construction des entreprises non financières.

$Emploi_{bmna}$ : Emploi salarié des branches marchandes non agricoles, en personnes physiques.

$PrixRelatifImmo$ : Prix relatif de l'investissement en construction, défini comme le ratio du déflateur de l'investissement en construction des ENF et d'un indice des prix de l'immobilier.

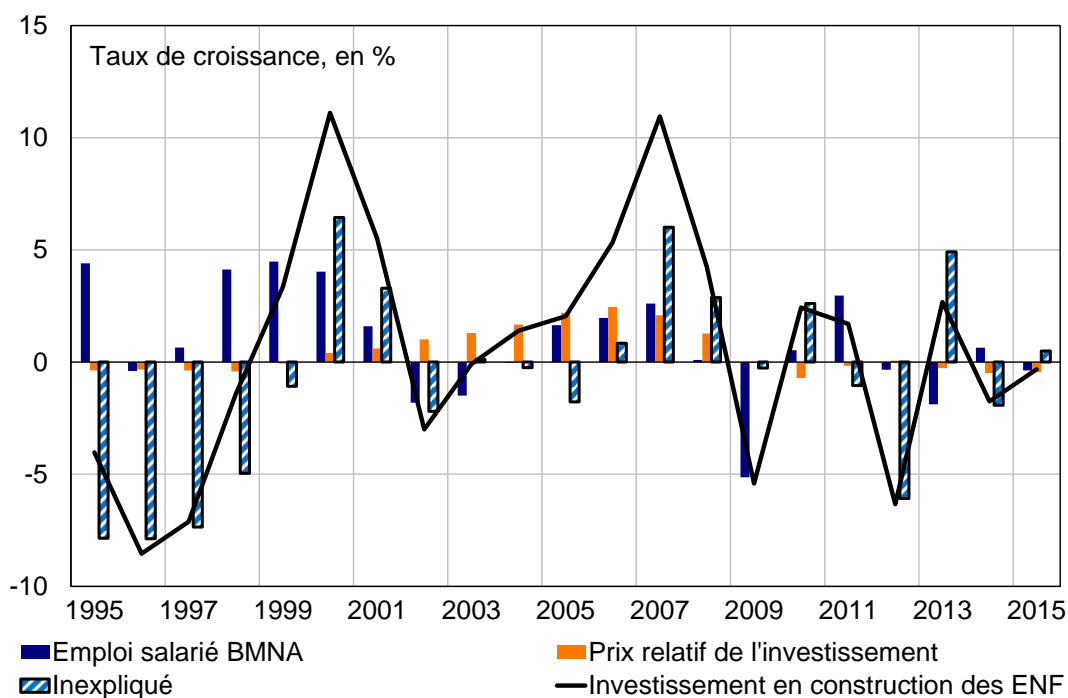
**Tableau 3 : élasticités de l'investissement des entreprises non financières hors produits de la construction à ses déterminants**

En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
<b>Emploi salarié BMNA (+1 %)</b>	0,00	1,99	3,04	2,17	1,80	1,23	0,94	1,00
<b>Prix relatif de l'investissement (+1 %)</b>	0,00	-0,02	-0,04	-0,06	-0,03	-0,12	-0,26	-0,27

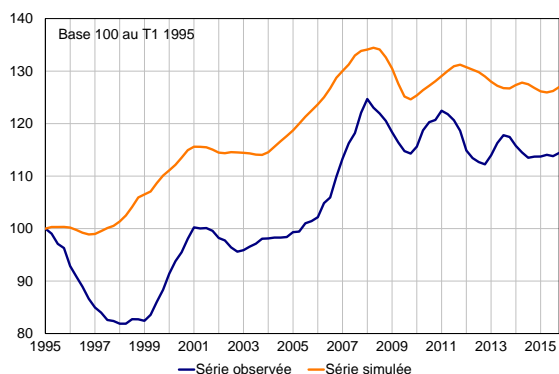
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

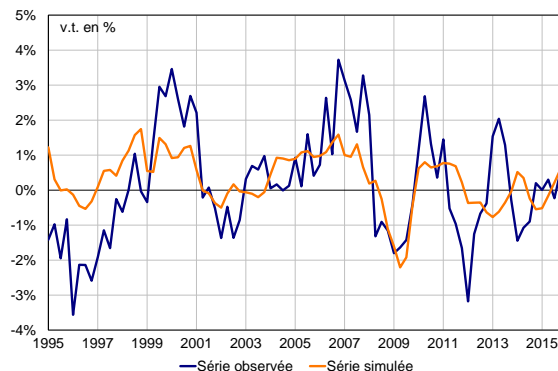
**Graphique 22 : évolution de l'investissement en construction des entreprises non financières et contribution des déterminants**



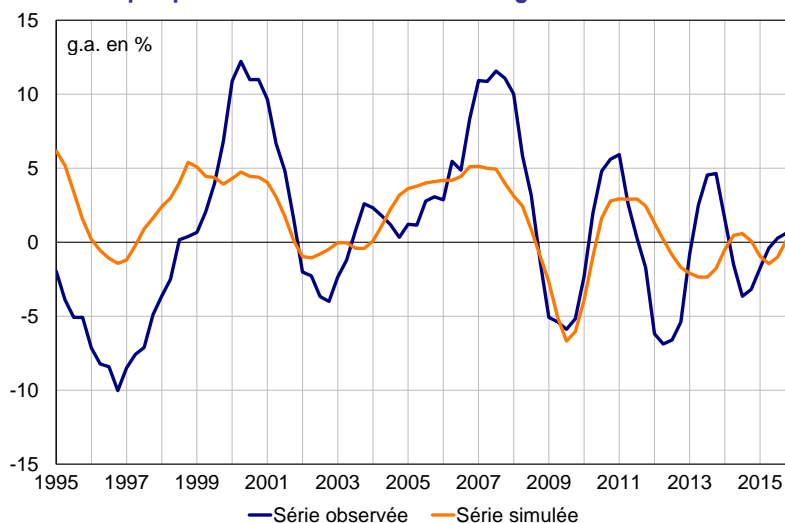
**Graphique 23 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 24 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 25 : observé et simulé en glissement annuel**





**L'équation d'investissement en construction présente des propriétés statistiques médiocres sur le passé.** En prévision, elle peut permettre une relecture de la prévision d'emploi, dont la robustesse est toutefois limitée.

### 2.3. Les exportations de biens manufacturés

La modélisation des exportations de biens manufacturés (*cf.* équation 4) repose sur l'évolution de la demande mondiale, de la compétitivité-coût des exportations françaises et tient compte de l'importance croissante des pays émergents dans le commerce mondial depuis le début des années 2000 :

- **Demande mondiale.** La demande mondiale en biens adressée à la France demeure la variable centrale pour la modélisation des exportations de biens manufacturés. Cette variable constitue un indicateur synthétique du dynamisme des marchés extérieurs de la France et tient compte de l'orientation géographique des exportations françaises. Il est à noter que, pour des raisons de disponibilité des données internationales, la demande mondiale porte sur l'ensemble des biens, et non sur les seuls biens manufacturés. La méthode de calcul de la demande mondiale est détaillée dans l'annexe 5.1.
- **Compétitivité à l'exportation.** L'indicateur de compétitivité vise à mesurer la compétitivité des biens vendus par les exportateurs français, relativement à leurs concurrents ; il reflète les conditions de production domestiques et étrangères (notamment le coût du travail) et le niveau des taux de change. Par rapport à la version précédente du modèle *Opale*, l'indicateur de compétitivité a connu deux modifications notables. D'une part, la définition de l'indicateur a été modifiée : la compétitivité-prix a été remplacée par une compétitivité-coût, les coûts salariaux unitaires français et étrangers se substituant aux prix d'exportations français et étrangers (voir encadré ci-dessous). D'autre part, le champ de l'indicateur de compétitivité a été étendu de 8 à 23 pays<sup>15</sup>, de façon à mieux refléter la structure de la concurrence à laquelle sont confrontés les exportateurs français (la liste des pays ainsi que les pondérations sont détaillées dans l'annexe 5.3.3).
- **Part des pays émergents dans les exportations mondiales.** Construite à partir des séries d'exportations en volume du CPB<sup>16</sup> (les séries utilisées sont détaillées dans l'annexe 5.4), cette variable vise à capter des évolutions structurelles de l'économie mondiale qui affectent les performances à l'exportation françaises : l'augmentation du nombre de pays participant activement au commerce mondial, l'abaissement des barrières douanières, la stratégie d'internationalisation des pays émergents ou l'internationalisation des chaînes de valeur.<sup>17</sup> L'introduction de cette variable dans la modélisation des exportations présente deux avantages. D'une part, elle permet de ne plus avoir recours à une tendance linéaire de pertes de performances à l'exportation, présente dans les précédentes versions du modèle et dont l'utilisation en prévision

---

<sup>15</sup> Allemagne, Autriche, Belgique, Espagne, Finlande, Grèce, Irlande, Italie, Pays-Bas, Portugal, Australie, Canada, Corée du Sud, Danemark, États-Unis, Japon, Mexique, Norvège, Nouvelle-Zélande, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Turquie.

<sup>16</sup> Cette variable n'est pas une part de marché au sens strict, mais un ratio de deux indices de volume, qui compare la croissance des exportations des pays émergents et la croissance des exportations mondiales.

<sup>17</sup> Il est également possible que l'accroissement de la part des émergents dans le commerce mondial résulte pour partie de différences de compétitivité qui devraient idéalement être prises en compte dans une variable de compétitivité.

s'avère problématique<sup>18</sup>. D'autre part, elle permet de proposer une interprétation économique de l'infléchissement des pertes de performances à l'exportation observée depuis la fin des années 2000.

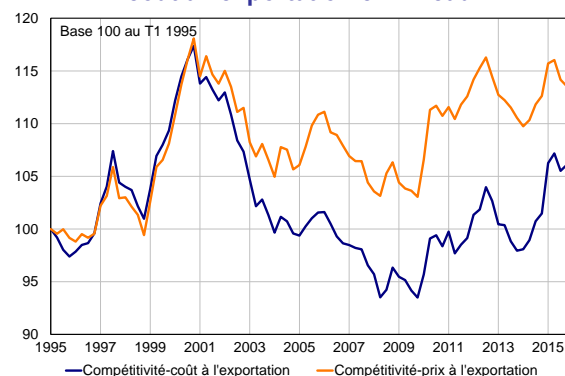
## Encadré 2 : compétitivité-coût ou compétitivité-prix

La modélisation des exportations de biens manufacturés de l'ancienne version du modèle *Opale* faisait appel à un indicateur de compétitivité-prix, défini comme le ratio d'un prix étranger de référence à l'exportation et du déflateur des exportations de biens manufacturés. L'utilisation de cette modélisation au cours des exercices de prévision a permis de mettre en évidence une sensibilité importante aux variations des prix du pétrole.<sup>19</sup>

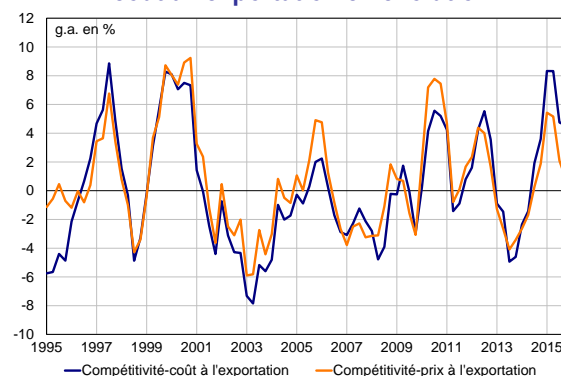
Plusieurs méthodes ont été explorées pour améliorer la mesure de la compétitivité-prix, notamment l'utilisation de séries de déflateurs des exportations hors matières premières, produites par l'OCDE. Ces innovations méthodologiques n'ont toutefois pas été retenues, car elles aboutissaient à une dégradation de la qualité des modélisations. Il a donc finalement été décidé de remplacer l'indicateur de compétitivité-prix par un indicateur de compétitivité-coût, défini comme le ratio d'un coût salarial unitaire de référence à l'exportation et du coût salarial unitaire français.

Sur le passé, les variations des séries de compétitivité-prix et compétitivité-coût à l'exportation sont toutefois similaires. En effet, l'essentiel de la variance de ces deux séries provient des fluctuations des taux de change, dont les pondérations sont identiques dans les deux indicateurs. En revanche, les deux séries ont largement divergé en niveau dans les années 2000, ce qui peut être dû à de nombreux facteurs (différences de champ, comportement de marges des exportateurs).

**Graphique 26 : compétitivité-prix et compétitivité-coût à l'exportation en niveau**



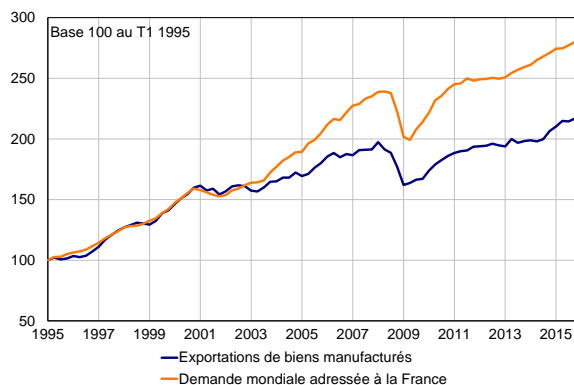
**Graphique 27 : compétitivité-prix et compétitivité-coût à l'exportation en évolution**



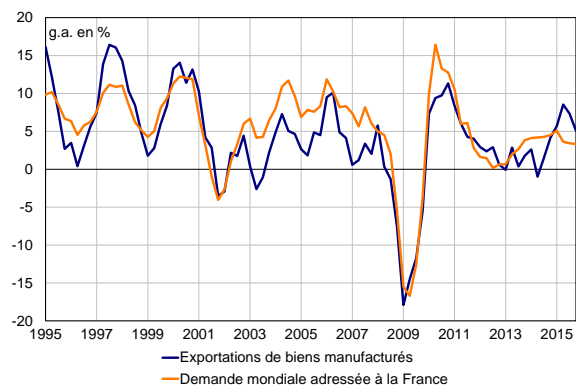
<sup>18</sup> Le modèle Mésange de 2010 utilise une tendance concave pour rendre compte de l'importance croissante des pays émergents et en transition dans le commerce mondiale (cf. Klein et Simon, 2010).

<sup>19</sup> Pour des raisons de disponibilité des données internationales, les déflateurs des exportations de nos partenaires portent sur l'ensemble des biens et services, et non sur le champ des seuls biens manufacturés. En particulier, ces prix d'exportations contiennent comptablement les exportations de produits pétroliers. C'est pourquoi les fluctuations du prix du pétrole induisent d'importantes variations de ces déflateurs et modifient notablement l'indicateur de compétitivité-prix, alors même que la France exporte peu de produits pétroliers, ce qui brouille la mesure de la compétitivité des exportations françaises

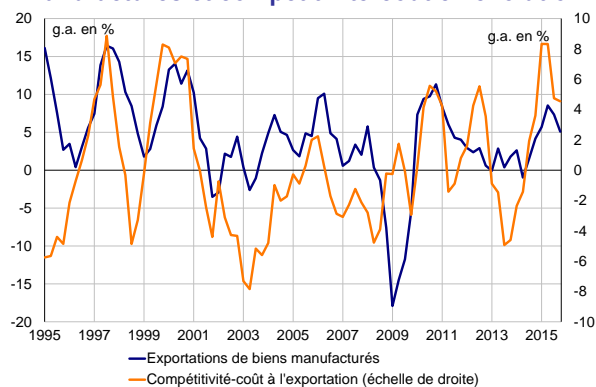
**Graphique 28 : exportations de biens manufacturés et demande mondiale en niveau**



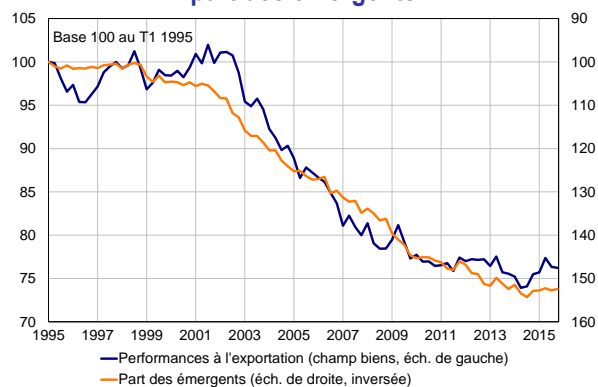
**Graphique 29 : exportations de biens manufacturés et demande mondiale en évolution**



**Graphique 30 : exportations de biens manufacturés et compétitivité-coût en évolution**



**Graphique 31 : performances à l'exportation et part des émergents**



#### Équation 4 : exportations de biens manufacturés

$$\Delta \log X = 0,012 + 0,85 \Delta \log DM - 0,43 \Delta \log PartEmergents - 0,25 \left[ \log X_{-1} - \log DM_{-1} - 0,44 \log Compétcoût_{-1} + 0,66 \log PartEmergents_{-1} - 6,41 \right]$$

$\begin{matrix} (4,3) & (12,8) & (-2,8) & (-4,3) & (*) & (*) & (*) \end{matrix}$

Équation estimée par les MCO sur la période 1995T1-2012T4 :

$R^2 = 73,4 \%$     $SER=1,1 \%$     $DW = 2,27$

*X* : Exportations de biens manufacturés en volume.

*DM* : Demande mondiale de biens adressée à la France.

*Compétcoût* : Compétitivité-coût à l'exportation. Cette variable est définie comme le ratio d'un coût étranger de référence (défini comme une somme pondérée des coûts salariaux unitaires de 23 pays exprimés en euros) et du coût salarial unitaire de la France (défini comme le ratio de la rémunération des salariés champ total y compris CICE et du PIB volume).

*PartEmergents* : Part des pays émergents et en développement dans le commerce mondial de biens en volume (établie d'après les données du CPB).

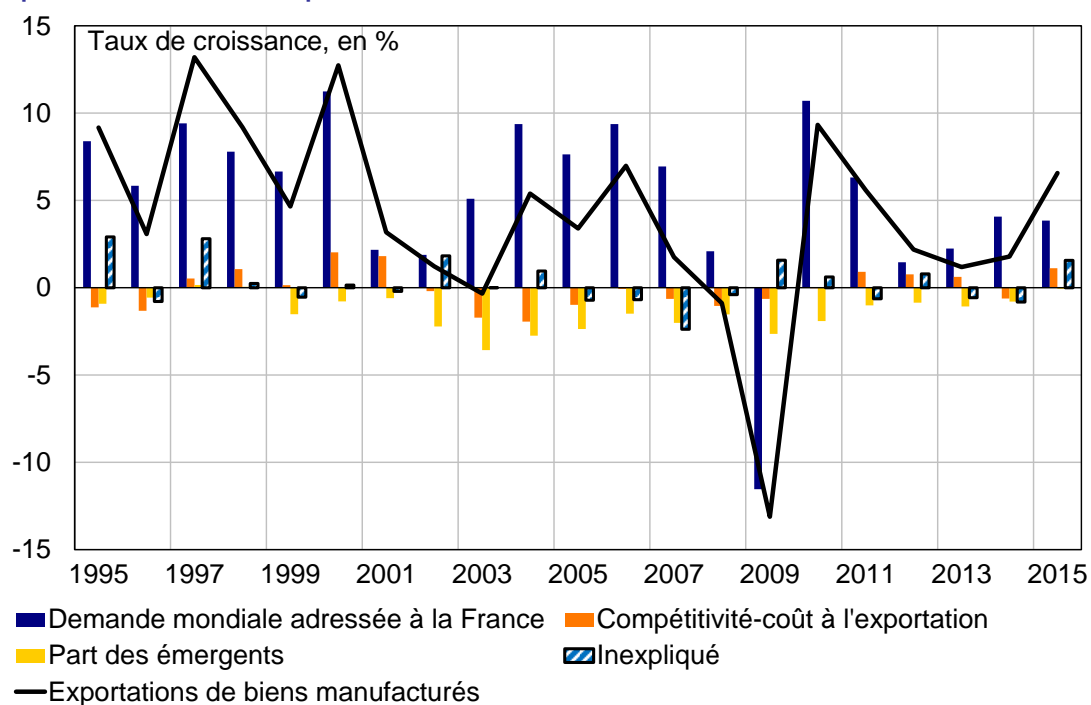
Tableau 4 : élasticités des exportations de biens manufacturés à leurs déterminants

En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
<b>Demande mondiale (+1 %)</b>	0,85	0,89	0,92	0,94	0,90	0,97	1,00	1,00
<b>Compétitivité-coût (+1 %)</b>	0,00	0,11	0,19	0,25	0,14	0,34	0,44	0,44
<b>Part des émergents (+1 %)</b>	-0,43	-0,49	-0,53	-0,56	-0,50	-0,61	-0,66	-0,66

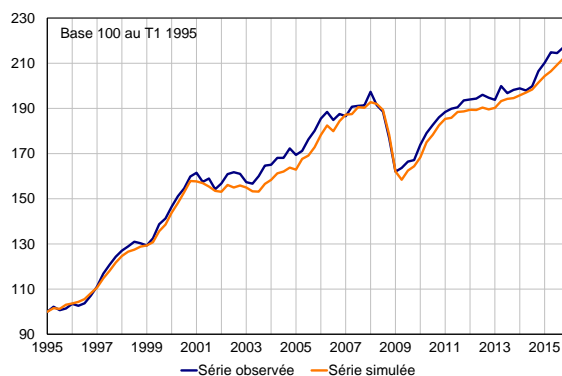
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

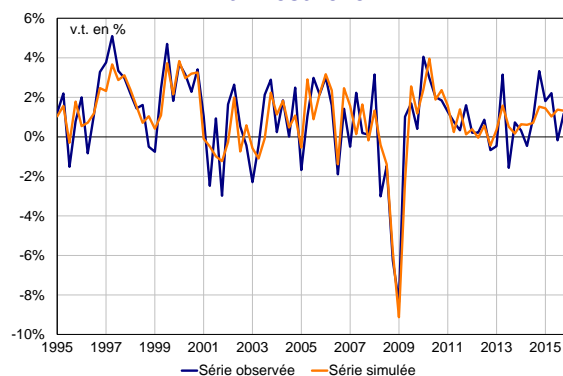
**Graphique 32 : évolution des exportations de biens manufacturés et contribution des déterminants**



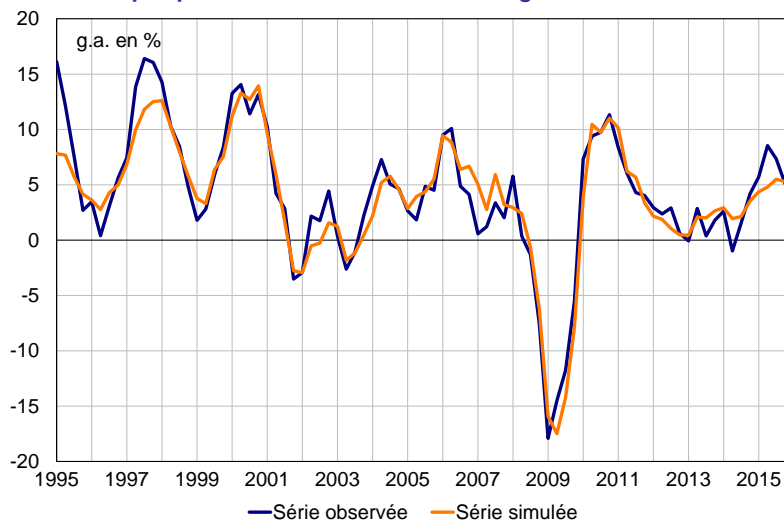
**Graphique 33 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 34 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 35 : observé et simulé en glissement annuel**



**Ainsi spécifiée, l'équation présente des propriétés satisfaisantes.** Même si les variables choisies pour modéliser l'équilibre des exportations à long terme n'apparaissent pas strictement cointégrées, la réaction des exportations à la demande mondiale est proche du comportement modélisé par le passé : les exportations réagissent très rapidement à une variation de la demande mondiale (élasticité d'environ 0,8 dès le 1<sup>er</sup> trimestre), avant de converger vers 1 à long terme.

**La relecture de l'évolution des exportations grâce à cette équation montre qu'elles sont essentiellement marquées par les fluctuations de la demande mondiale**, qui s'est effondrée en 2009, et qui de 2012 à 2014 est restée très en deçà de sa progression moyenne des années 1990-2000, notamment en raison de la faiblesse de l'activité dans la zone euro, qui représente une grande part des exportations françaises (environ 41 %, cf. annexe 5.3.3). L'insertion croissante des pays émergents dans le commerce mondial semble capter de façon adéquate les pertes tendancielle de performances à l'exportation du début des années 2000 jusqu'à la crise, ainsi que leur infléchissement depuis 2010-2011. Enfin, la dégradation de la compétitivité-coût jusqu'au déclenchement de la crise, en phase d'appréciation de l'euro et en partie en raison de l'évolution des coûts salariaux, aurait globalement pesé sur les exportations, avant que le mouvement ne s'inverse avec la dépréciation de l'euro de 2010 à mi-2012, puis à partir de 2014. L'équation rend assez bien compte des évolutions des exportations de biens manufacturés, notamment ces dernières années, même si elle ne capte qu'imparfaitement l'amélioration des performances à l'exportation en fin de période, notamment en 2012 et 2015 (réalisation de grands contrats dans les domaines aéronautiques et militaires notamment).

## 2.4. Les importations de biens manufacturés

Par rapport aux précédentes versions du modèle, la modélisation des importations de biens manufacturés affine la prise en compte du taux de pénétration des produits importés, particulièrement au cours des années 2000. La nouvelle équation d'importations vise également à améliorer la qualité des prévisions en distinguant les différentes composantes de la demande, auxquelles les importations réagissent à court terme de façon hétérogène.

Comme dans la version précédente du modèle *Opale*, la modélisation des importations repose sur le cadre théorique du modèle d'Armington (1969), selon lequel les acteurs nationaux arbitrent entre des biens produits à l'étranger et des biens produits par les entreprises nationales, ces deux variétés étant imparfaitement substituables. Les importations dépendent ainsi de la demande et de la compétitivité de la production domestique relativement aux biens importés. Par ailleurs, la modélisation est complétée par une variable retraçant la hausse tendancielle du taux de pénétration des importations dans les économies avancées. Les déterminants retenus dans la modélisation sont donc les suivants :

- **La demande finale et ses composantes.** Le déterminant choisi est la demande finale, y compris les exportations. À long terme, l'élasticité des importations à la demande finale est unitaire. La dynamique de court terme distingue trois composantes de la demande finale dont le contenu en importations est élevé : **la consommation des ménages, la formation brute de capital, et les exportations**. Cela reflète tant les différences de contenu en importations des différents postes de la demande (Heitz,

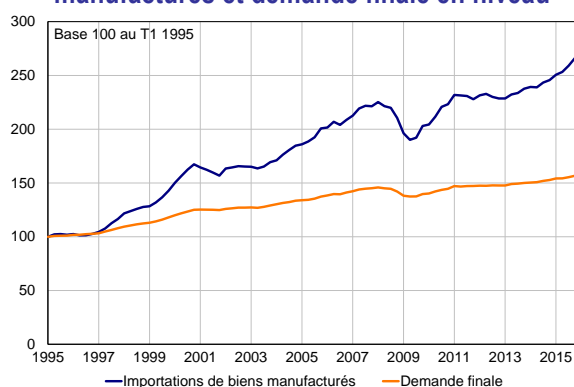
Rini, 2006) que les rythmes de réaction des importations à des chocs de demande dont la composition diffère<sup>20</sup>.

- **La compétitivité-prix à l'importation.** L'indicateur de compétitivité vise à mesurer la compétitivité des biens produits par les entreprises françaises, relativement aux biens importés. La compétitivité n'intervient que dans la relation de long terme, et le paramètre qui lui est associé apparaît comme relativement peu significatif. Ce faible pouvoir explicatif de la compétitivité-prix à l'importation s'expliquait notamment par les évolutions de la composition des importations observées depuis la fin des années 1990, qui ont pu contribuer à réduire la substituabilité des importations et de la production domestique.
- **Le ratio d'ouverture des pays de l'OCDE.** Construite à partir de données de l'OCDE en volume (les séries utilisées sont détaillées dans l'annexe 5.5), cette variable vise à capter la hausse tendancielle du taux de pénétration des importations dans les économies avancées. Calculée au niveau de l'ensemble de l'OCDE, cette variable est considérée comme exogène dans le cadre des exercices de prévision car elle retrace essentiellement des évolutions structurelles indépendantes de l'économie française et qui affectent l'ensemble des économies avancées : la montée en puissance de l'industrie manufacturière des pays émergents, les évolutions des règles du commerce international, l'internationalisation des chaînes de valeur. La prise en compte de cette variable permet en outre de ne plus avoir recours à une tendance linéaire, solution *ad hoc* retenue dans l'ancienne version du modèle et dont l'utilisation en prévision soulève des difficultés.

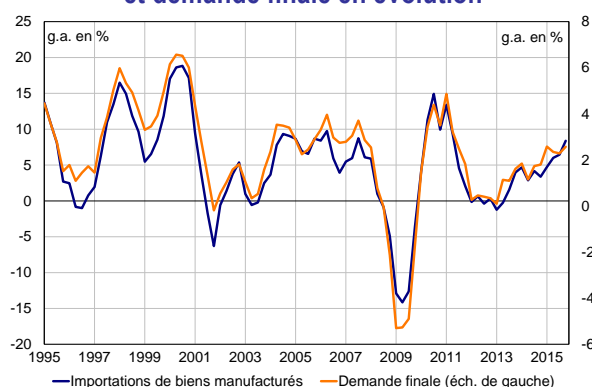
---

<sup>20</sup> Dans la relation de long terme, les composantes de la demande ne sont pas distinguées.

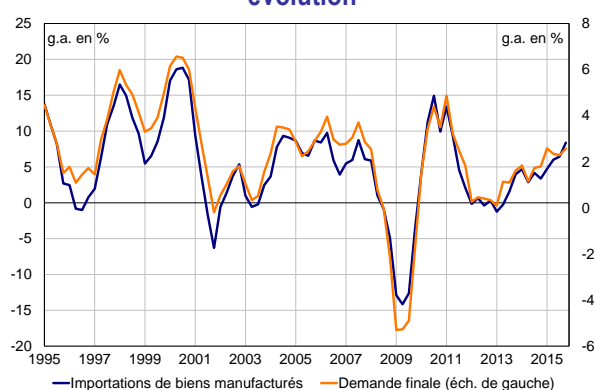
**Graphique 36 : importations de biens manufacturés et demande finale en niveau**



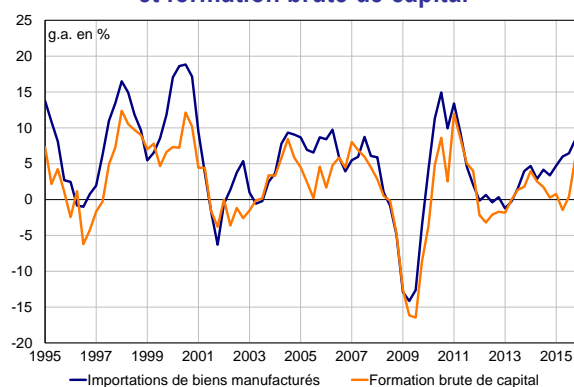
**Graphique 37 : importations de biens manufacturés et demande finale en évolution**



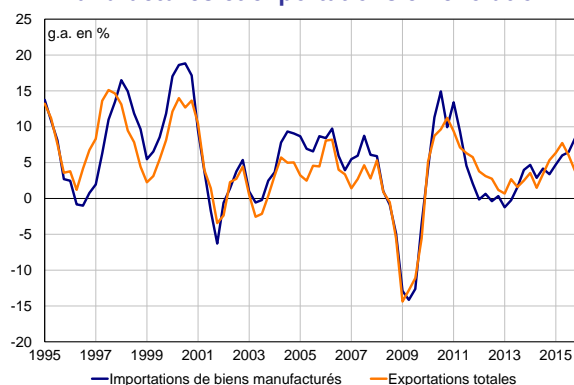
**Graphique 38 : importations de biens manufacturés et consommation des ménages en évolution**



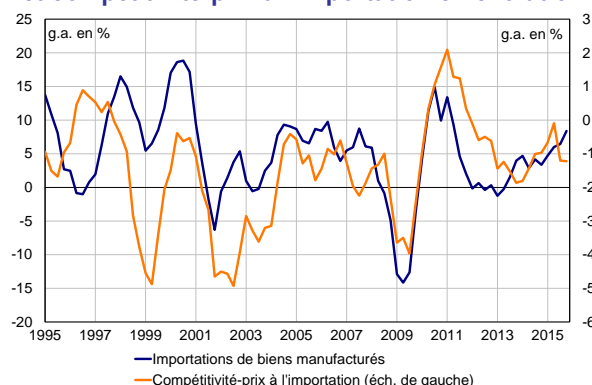
**Graphique 39 : importations de biens manufacturés et formation brute de capital**



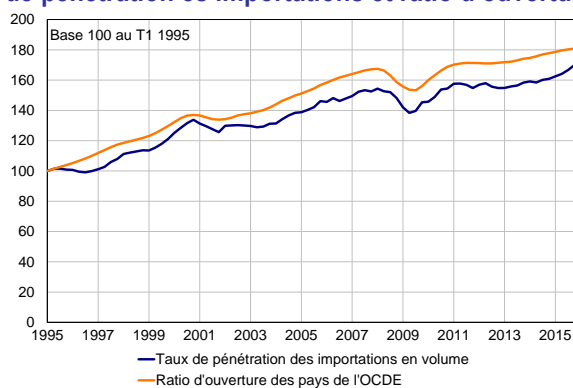
**Graphique 40 : importations de biens manufacturés et exportations en évolution**



**Graphique 41 : importations de biens manufacturés et compétitivité-prix à l'importation en évolution**



**Graphique 42 : taux de pénétration es importations et ratio d'ouverture des pays de l'OCDE**





### Équation 5 : importations de biens manufacturés

$$\Delta \log M = 0,0009_{(0,70)} + 0,03_{(0,5)} \Delta \log M_{-1} + 0,74_{(4,7)} \Delta \log ConsoMen + 0,49_{(11,1)} \Delta \log FBC + 0,59_{(10,3)} \Delta \log X - 0,10_{(-2,1)} \left[ \log M_{-1} - \left( \log DemFin_{-1} - 0,90_{(*)} - 0,29_{(*)} \log CompetM_{-1} + 0,75_{(*)} \log ouv\_OCDE_{-1} \right) \right]$$

Équation estimée en deux étapes sur la période 1993T1-2012T4

R<sup>2</sup> = 88,3 % SER=0,8 % DW =2,06

*M* : Importations de biens manufacturés

*DemFin* : Demande finale (demande intérieure finale et exportations).

*ConsoMen* : Consommation des ménages

*FBC* : Formation brute de capital (investissement et stocks)

*X* : Exportations totales

*CompetM* : Compétitivité-prix à l'importation, définie comme le ratio du déflateur des importations hors matières premières et du prix de production sur le marché intérieur hors marges commerciales (champ BMNA).

*ouv\_OCDE* : Ratio d'ouverture des pays de l'OCDE.

Tableau 5 : élasticités des importations de biens manufacturés à leurs déterminants

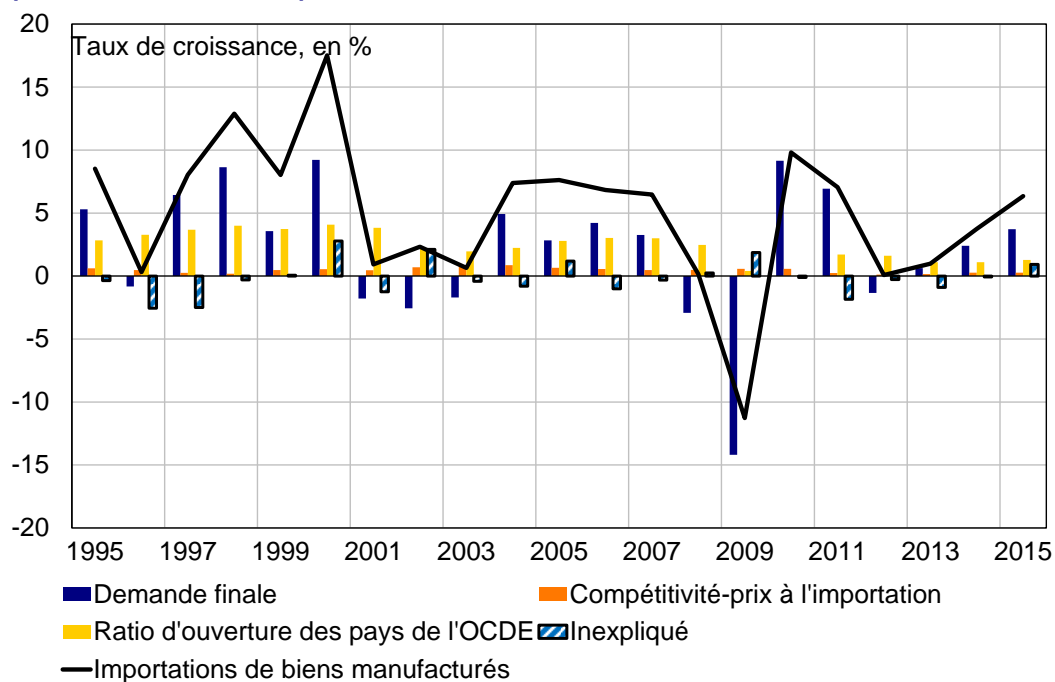
En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
<b>Demande finale (+1 %)<sup>21</sup> ...</b>								
<b>... uniforme</b>	1,82	1,79	1,71	1,64	1,74	1,49	1,13	1,00
<b>... par la consommation des ménages</b>	1,64	1,62	1,56	1,50	1,58	1,38	1,10	1,00
<b>... par la FBC</b>	2,90	2,79	2,61	2,44	2,68	2,10	1,29	1,00
<b>... par les exportations</b>	3,39	3,25	3,02	2,81	3,12	2,38	1,37	1,00
<b>... par les autres composantes de la demande</b>	0,00	0,10	0,20	0,28	0,14	0,45	0,85	1,00
<b>Compétitivité-prix (+1 %)</b>	0,00	-0,03	-0,06	-0,08	-0,04	-0,13	-0,25	-0,29
<b>Ratio d'ouverture (+1 %)</b>	0,00	0,08	0,15	0,21	0,11	0,34	0,64	0,75

Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

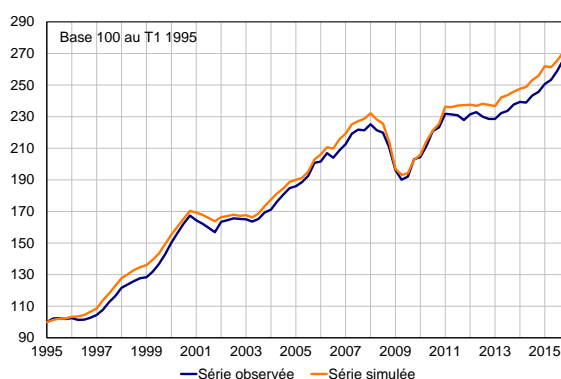
Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

<sup>21</sup> Les cinq lignes suivantes dans ce tableau correspondent à une variation de 1 % de la demande finale, soit répartie uniformément sur toutes ses composantes selon leur poids, soit concentrée sur une ou plusieurs de ses composantes. Le tableau ne donne donc pas les élasticités par composantes de la demande, car +1 % de demande finale via la consommation des ménages correspond à environ +1,9 % de consommation des ménages.

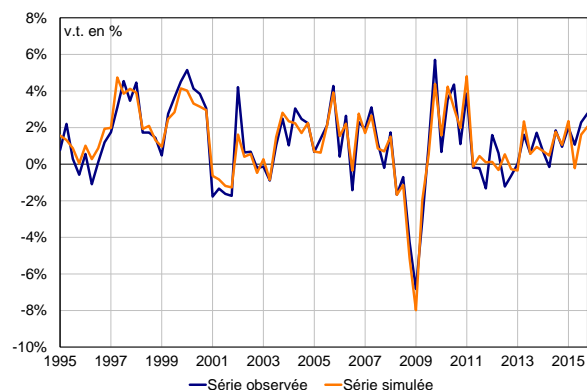
**Graphique 43 : évolution des importations de biens manufacturés et contribution des déterminants**



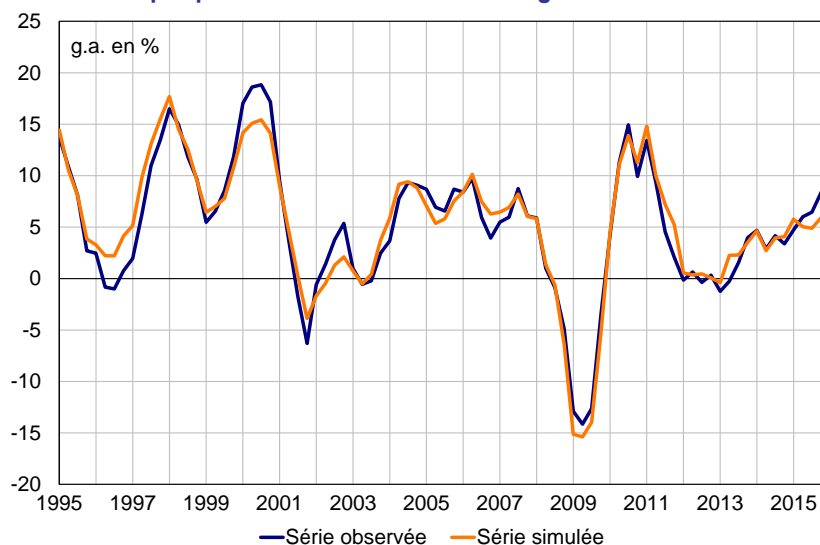
**Graphique 44 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 45 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 46 : observé et simulé en glissement annuel**



**La spécification retenue présente des propriétés statistiques relativement robustes.** Les tests de cointégration suggèrent l'existence d'une relation de long terme, ce qui tend en particulier à valider l'introduction de la variable reflétant la hausse tendancielle du taux de pénétration des importations. Par ailleurs, les estimations sont relativement stables, avec ou sans la période de crise, à l'exception du paramètre associé à la compétitivité-coût.

**L'élasticité des importations à la demande finale est unitaire à long terme, et apparaît plus faible à court terme que dans la précédente version du modèle.** Elle est de +1,8 environ après deux trimestres contre environ +3,1 dans l'ancienne spécification. Elle est supérieure à celle du modèle *Mésange*<sub>2010</sub> à horizon d'un an (1,74 contre 1,45), mais l'écart se réduit à horizon deux ans (1,49 pour *Opale*<sub>2017</sub> contre 1,35 dans *Mésange*<sub>2010</sub>).

**La distinction entre postes de la demande à court terme enrichit le diagnostic et la qualité des prévisions.** Un choc d'1 pt de demande finale imputable aux exportations et/ou à la formation de capital a un impact plus fort sur les importations qu'un choc de même ampleur imputable à la consommation. Cela correspond notamment à l'hétérogénéité du contenu en importations, particulièrement élevé pour les exportations, et à leur dynamique propre (le contenu en importations de l'investissement est d'environ ¼, comparable à celui de la consommation, mais les importations réagissent plus à l'investissement qu'à la consommation à court terme<sup>22</sup>). Ainsi, en 2009–2010, les fortes fluctuations des importations s'expliqueraient en grande partie par celles des exportations et de la formation de capital.

**L'élasticité à long terme des importations à la compétitivité-prix est de -0,3, légèrement inférieure à celle de l'ancienne version du modèle (-0,4)<sup>23</sup>.** La compétitivité-prix aurait ainsi joué un rôle limité ces 20 dernières années quant à l'évolution des importations, au regard de leurs autres déterminants.

**Le taux de pénétration des importations aurait ralenti depuis la crise.** Il aurait contribué pour 2,9 pt de croissance des importations en moyenne chaque année sur la période 1995-2008, puis de 0,7 pt par an en moyenne sur la période 2009-2015. Ce ralentissement est délicat à interpréter, dans la mesure où cette variable est susceptible de capter de multiples phénomènes inobservés, tels que des pertes de compétitivité hors prix. On peut toutefois y voir un signe de ralentissement de la mondialisation, ce que tendrait à confirmer le ralentissement concomitant de la part des pays émergents dans le commerce mondial utilisée dans la modélisation des exportations de biens manufacturés.

## 2.5. L'emploi salarié dans le secteur marchand

L'emploi modélisé est l'emploi salarié du secteur marchand non agricole (SMNA) en France métropolitaine Estel publié par l'Insee<sup>24</sup>. Les autres composantes de l'emploi (emploi des secteurs non marchands, emploi salarié agricole et emploi non salarié) sont déterminées de manière indépendante de l'équation. Deux corrections sont apportées à cette variable d'emploi : i) une conversion de l'emploi salarié en équivalent temps plein par application des

---

<sup>22</sup> Heitz B. et Rini G. (2006), « Une nouvelle lecture de la contribution du commerce extérieur à la croissance », *Lettre Trésor Éco* n°6, DGTPE.

<sup>23</sup> L'élasticité des importations à la compétitivité-prix peut dépendre de la définition retenue pour la compétitivité-prix.

<sup>24</sup> L'estimation d'emploi salarié ESTEL est la première estimation d'emploi publiée par l'Insee, elle repose sur les DADS. Les estimations trimestrielles ESTEL portent uniquement sur la France métropolitaine et sur l'emploi salarié des secteurs marchands non agricoles (l'estimation annuelle porte sur la France entière et sur l'emploi total). L'emploi est ici mesuré en personnes physique c'est-à-dire qu'il est corrigé de la multi-activité de certains travailleurs. Cette série est privilégiée à celle de l'emploi au sens des comptes nationaux qui est publiée plus tardivement.

coefficients établis à partir des comptes nationaux afin d'éviter que l'évolution du recours au temps partiel ne biaise la productivité par tête ; et *ii*) une neutralisation des effets des politiques de l'emploi en retranchant de l'emploi salarié SMNA les effets sur la productivité des politiques publiques en faveur de l'emploi mises en œuvre depuis le début des années 1990.

Le choix d'une prise en compte en amont de l'équation des politiques de l'emploi, plutôt que d'une prise en compte via l'introduction de variables explicatives dans l'estimation macroéconométrique repose sur les deux justifications suivantes : *i*) les analyses microéconomiques réalisées prennent en compte de manière particulière les spécificités de ces politiques de l'emploi et permettent ainsi de proposer une estimation fine de leurs effets sur l'emploi; *ii*) la diversité des politiques de l'emploi nécessiterait de démultiplier les variables explicatives à prendre en compte dans l'estimation macroéconométrique. Par exemple, les politiques de baisse du coût du travail ont été réalisées à des niveaux de rémunération différents. Par conséquent, leur prise en compte dans l'équation d'emploi nécessiterait l'ajout d'une palette large de variables pour décrire le coût du travail aux différents niveaux de rémunérations.

L'équation d'emploi repose sur le lien à long terme entre emploi et croissance *via* la productivité. Au-delà de la relation de long terme, l'emploi varie à court terme en fonction de l'évolution de la valeur ajoutée des branches marchandes non agricoles. Par conséquent, le coût du travail n'apparaît pas directement dans l'équation mais les variations du coût du travail induites par les politiques publiques sont prises en compte via la correction en amont de la série d'emploi des effets estimés de ces politiques (*cf.* encadré 3). Implicitement, cela revient à supposer qu'en dehors de l'influence de ces politiques, les coûts salariaux évoluent dans le long terme en ligne avec la productivité et que les variations de court terme sont suffisamment faibles ou suffisamment similaires au cours des cycles conjoncturels pour ne pas affecter la dynamique de l'emploi.

Les variables mobilisées dans l'équation d'emploi sont les suivantes :

- **La valeur ajoutée.** La valeur ajoutée utilisée dans l'équation est la valeur ajoutée des branches marchandes non agricoles issue des comptes nationaux.
- **La productivité du travail.** La productivité du travail est définie comme le ratio de l'emploi salarié marchand en équivalent temps plein, corrigé des effets des politiques publiques, rapporté à la valeur ajoutée des branches marchandes non agricoles. Selon les estimations détaillées ci-dessous, celle-ci augmente à un rythme tendanciel moyen constant, marqué par deux ruptures de tendance et une rupture en niveau :
  - La première rupture en tendance, au début des années 1990, marque notamment le développement du secteur des services au détriment de l'industrie manufacturière<sup>25</sup> ;
  - La deuxième rupture en tendance, en 2001, résulte de l'écclatement de la bulle internet et des réallocations sectorielles qui en ont découlé ;
  - La dernière rupture est une rupture en niveau sur deux trimestres suite à la crise de 2008.

---

<sup>25</sup> Voir « *Le ralentissement de la productivité dans les années 1990 : effet transitoire des politiques d'emploi ou rupture plus profonde ?* », Insee, *L'Économie française*, 2004-2005, et Schreiber A. et Vicard A. (2011), « *La tertiarisation de l'économie et le ralentissement de la productivité entre 1978 et 2008* », Document d'études n°161.

Par ailleurs, en prévision, l'hypothèse est faite d'un ralentissement des gains tendanciels de productivité apparente du travail de 0,2 point par rapport à la tendance précédant la rupture<sup>26</sup>. Les créations d'emploi beaucoup plus fortes que prévues à partir de la mi-2009 signalent en effet un niveau de productivité du travail en deçà de celui résultant de sa progression tendancielle.

**Équation 6 : emploi salarié marchand non agricole**

$$\Delta \ln L \equiv \underset{(-4,5)}{-0,34} + \underset{(7,0)}{0,25} \Delta \ln VA + \underset{(3,8)}{0,31} \Delta \ln L_{-1} + \underset{(1,7)}{0,13} \Delta \ln L_{-2} - \underset{(4,5)}{0,13} [\ln L - (\ln VA - Ruptures)]_{-1}$$

Équation estimée par les MCO sur la période 1985T1-2013T4 :  
R<sup>2</sup> = 77 %    SER=0,2 %

*L* : Emploi salarié du secteur marchand non agricole en équivalent temps plein, corrigé des effets des politiques de l'emploi.

*VA* : Valeur ajoutée du secteur marchand non agricole.

*Ruptures* : Ruptures en tendance de la productivité et en niveau (voir ci-dessus)

**Tableau 6 : élasticités de l'emploi marchand (EQTP, hors effets des politiques publiques) à la VA**

En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Valeur ajoutée (+1 %)	0,25	0,47	0,66	0,81	0,45	0,94	1,00	1,00

Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

<sup>26</sup> Une telle rupture nécessite un certain recul temporel pour être confirmée mais les travaux de l'Insee (« Comment expliquer les évolutions d'emploi depuis le début de la crise ? », 2010) et d'Askenazy et Erhel (« *The french productivity puzzle* », 2015) concluent que cette rupture est probable. Selon l'Insee, elle pourrait s'expliquer par la fin du processus de restructuration observé dans l'industrie. Une fois ce processus achevé, les gisements de productivité seraient alors plus faibles dans l'industrie. Askenazy et Erhel quant à eux n'y voient pas de spécificité sectorielle mais soulignent l'impact du développement de nouvelles formes d'emploi et de contrats de très courte durée peu productifs sur les gains tendanciels de productivité.

### Encadré 3 : Construction de la série d'emploi corrigé des politiques de l'emploi

La série ESTEL en équivalent temps plein a été corrigée des effets estimés de plusieurs politiques de l'emploi. L'estimation des effets des politiques publiques s'appuie à la fois sur des chiffrages établis à partir de la littérature empirique et sur des estimations produites à partir de nos outils (ex : *Matis*, *Mésange*). La correction apportée ne correspond pas à l'effet total sur l'emploi des mesures mais uniquement à l'effet estimé sur la productivité par tête, c'est à dire hors effet de bouclage macroéconomique et de financement<sup>27</sup>.

Sont inclus aujourd'hui les effets de :

- **La réduction du temps de travail :**

L'hypothèse retenue est que la réduction du temps de travail, avec la réduction de la durée légale à 35 heures entamée en 1998, a conduit à terme à une hausse en niveau de 3,4 % de la productivité horaire, soit une baisse de 2,3 % de la productivité par tête dans la mesure où la réduction du temps de travail a entraîné *in fine* une baisse de 6 % des heures par tête. À activité donnée, cela correspond à un enrichissement de la croissance en emplois de 340 000 postes. Cette hypothèse est cohérente avec les évaluations ex post existantes<sup>28</sup>, et correspond à l'effet estimé sur la productivité par tête sans prendre en compte les effets sur l'emploi liés au bouclage macroéconomique et au financement de cette mesure.

- **Les allègements généraux de cotisations sur les bas salaires :**

Dans la série actuelle, la première phase, entre 1994 et 1997, a conduit à un enrichissement du contenu en emploi de la croissance équivalent à 200 000 sur le champ considéré (et à une hausse de 320 000 emplois une fois pris en compte le surcroît d'activité)<sup>29</sup>.

Pour les phases suivantes des allègements, entre 2003 et 2005, les « allègements Fillon » sont concomitants avec la convergence du Smic vers les garanties mensuelles de rémunération introduites dans le cadre de la réduction du temps de travail. La combinaison de ces deux mesures est supposée avoir été neutre sur la productivité et l'emploi corrigé. La mesure d'extension des allègements dans les petites entreprises de juillet 2007 aurait quant à elle permis la création d'environ 30 000 emplois supplémentaires.

- **Le crédit d'impôt pour la compétitivité et l'emploi (CICE) et le Pacte de responsabilité et de solidarité :**

Les effets sur l'emploi des mesures de baisse du coût du travail introduites depuis 2012 ont été estimés à l'aide de la maquette *Matis*<sup>30</sup> et du modèle *Mésange*<sub>2010</sub>. Selon cette estimation, en 2020, l'effet total sur l'emploi du CICE serait de l'ordre de 380 000, et de 150 000 pour le volet « allègements de cotisations » du Pacte de responsabilité et de solidarité.

- **Les emplois aidés du secteur marchand** (tels que le Contrat initiative emploi ou l'apprentissage) :

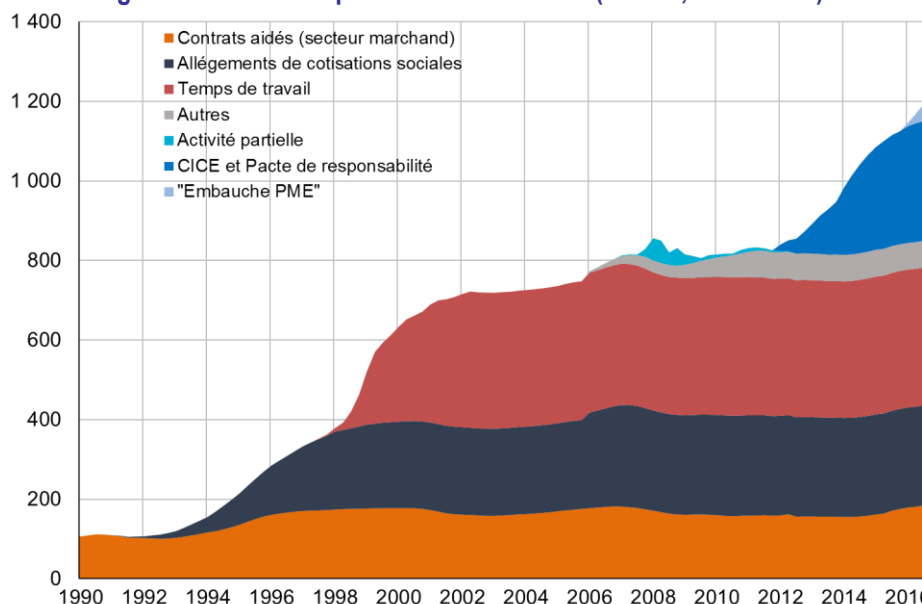
Pour le passé on s'appuie sur les données fournies par la DARES qui donnent le stock d'emploi aidés et le pourcentage d'effets d'aubaine (de l'ordre de 85 % en moyenne en 2015<sup>31</sup>). Les prévisions quant à elles reposent à la fois sur la prévision de durée des contrats de la DARES et sur les prévisions de flux d'entrée de la Direction du Budget.

- **Certains dispositifs plus conjoncturels mais récents**, qui diminuent de façon temporaire l'intensité de l'emploi, sont également pris en compte dans les politiques de l'emploi.

C'est le cas par exemple du dispositif « embauche PME » mis en place en janvier 2016 dont les effets sont estimés à 30 000 emplois en moyenne annuelle en 2016.

**Au total au premier trimestre 2016, les politiques de l'emploi enrichiraient la croissance en emploi d'un peu plus d'un million de postes (sur un total d'environ 16 millions d'emplois dans le secteur marchand non agricole).**

**Graphique 47 : décomposition des effets cumulés des politiques de l'emploi sur la productivité par tête, hors effets de bouclage macroéconomique et de financement (niveau, en milliers)**



Note : le graphique ci-dessus ne représente pas les effets totaux des mesures sur l'emploi, mais uniquement l'impact de ces politiques sur la productivité par tête à des fins de modélisation, pour neutraliser leur effet dans l'estimation de l'équation d'emploi salarié marchand non agricole.

<sup>27</sup> Les effets totaux sur l'emploi des politiques de l'emploi peuvent résulter à la fois des effets directs sur la productivité par tête et d'effets indirects sur la demande adressée aux entreprises (passant ainsi par le canal de la valeur ajoutée). Le financement des mesures peut également avoir un impact indirect sur l'emploi.

<sup>28</sup> Voir par exemple : Gubian A., Jugnot S., Lerais F. et Passeron V. (2004), « Les effets de la RTT sur l'emploi : des simulations *ex ante* aux évaluations *ex post* », *Économie et Statistiques*, et Bunel M., Jugnot, S. (2003), « 35 heures : évaluation de l'effet emploi », *Revue Économique*.

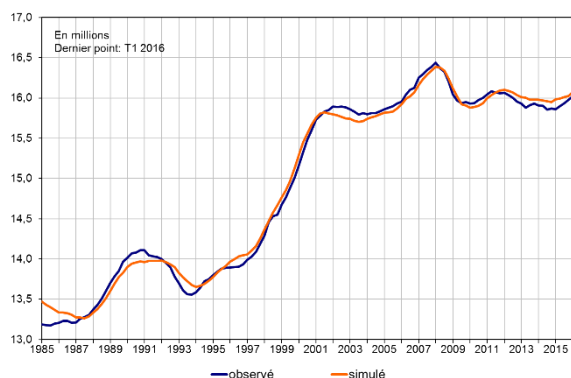
<sup>29</sup> Les travaux d'évaluation existants concluent à un effet variant entre 200 000 et 400 000 emplois. Voir par exemple Nouveau C., Ourliac B. (2012), « Les allègements de cotisations sociales patronales sur les bas salaires en France de 1993 à 2009 », *Lettre Trésor éco* n°97. L'hypothèse retenue par la DG Trésor est donc une hypothèse intermédiaire.

<sup>30</sup> Bock S., Lissot P. et Ozil S. (2015), « Matis : une maquette d'évaluation des effets sur l'emploi de variations du coût du travail », *Document de travail de la DG Trésor* n° 2015/02.

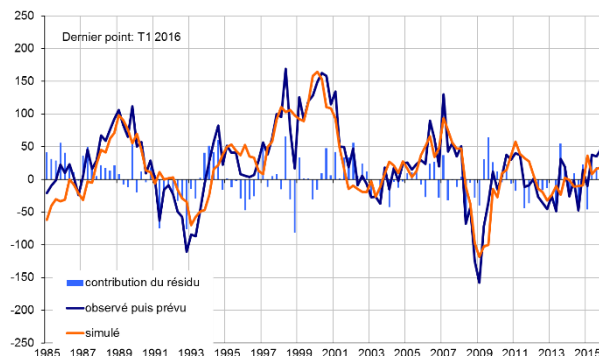
<sup>31</sup> DARES, « 40 ans de politiques de l'emploi », La Documentation Française (1996).



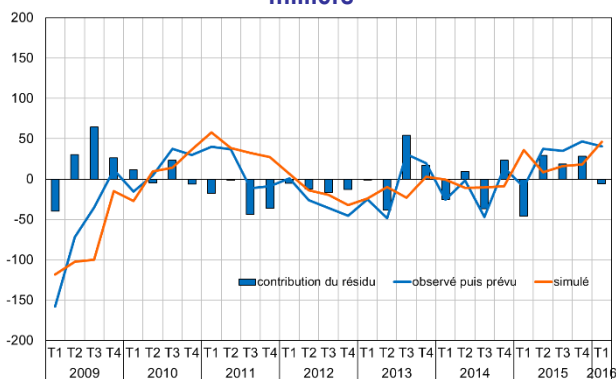
Graphique 48 : observé et simulé en niveau



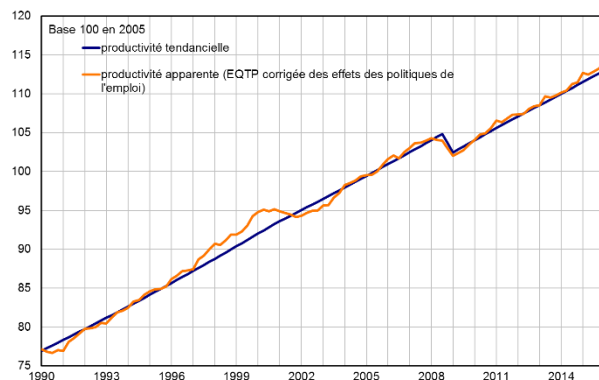
Graphique 49 : observé et simulé, glissement trimestriels en milliers



Graphique 50 : zoom sur la période récente, Observé et simulé, glissement trimestriels en milliers



Graphique 51 : productivités tendancielle et apparente du travail dans le secteur marchand non agricole



Cette équation conduit à une estimation de la croissance annualisée de la productivité tendancielle corrigée de l'effet des politiques publiques de 2,6 % avant 1990, de 1,8 % entre 1990 et 2001, et de 1,5 % entre 2001 et 2008. En prévision, la productivité tendancielle diminue à partir de la fin 2011 selon l'hypothèse retenue de -0,2 point passant de 1,5 % par an à 1,3 %. L'ajustement de l'emploi est relativement rapide : un choc sur la valeur ajoutée est transmis à hauteur de 25 % sur le trimestre courant, puis à hauteur de 75 % au bout d'un an et de 100 % au bout de deux ans.

L'équation présente des propriétés satisfaisantes. Sur le passé comme sur la période récente, l'emploi modélisé est proche de l'emploi observé. L'équation aboutit à des résidus équilibrés depuis 2009, notamment sur la période récente depuis 2013, et tend à lisser spontanément l'évolution de l'emploi marchand qui connaît des heurts réguliers depuis près de trois ans.

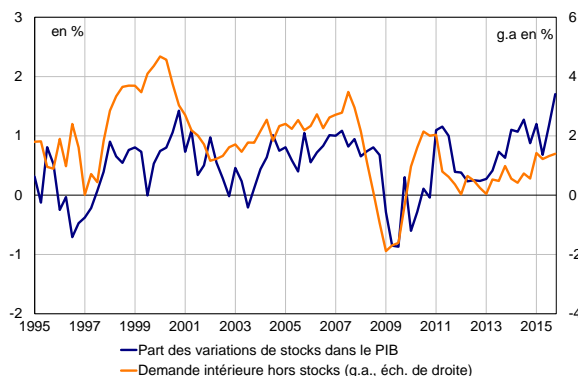


## 2.6. Les variations de stocks

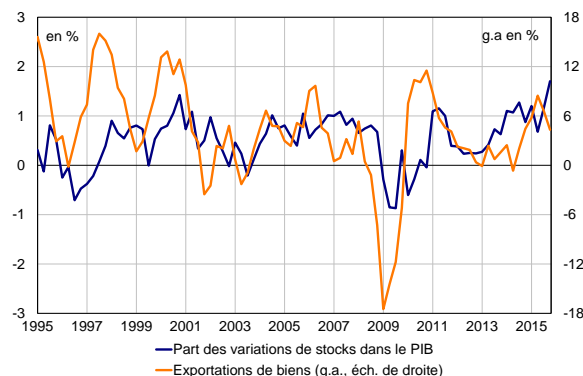
Comme dans la version précédente d'*Opale*, la modélisation des variations de stocks repose sur une modélisation de l'écart<sup>32</sup> entre le PIB et le PIB hors stocks en volumes chaînés. Au premier ordre, la différence première de cette variable correspond à la contribution de la variation des stocks à la croissance du PIB en volumes chaînés. La spécification retenue explique les variations de stocks en volume en fonction des variations de la demande finale hors stock, en distinguant **la demande intérieure hors stocks** et la demande extérieure. L'essentiel des stocks étant constitué de biens, la modélisation retient les **exportations de biens** comme déterminant de la demande extérieure. Par ailleurs, les termes contemporains sont exclus de manière à éviter un effet purement comptable, toute erreur de mesure sur les postes de la demande pouvant se répercuter sur les variations de stocks.

Dans un souci de simplification du modèle, et au vu des contributions plutôt limitées de ces variables à l'évolution des variations de stocks, les déterminants du coût du stockage (taux d'intérêt réel et spreads bancaires) qui avaient été introduits dans la spécification retenue pour *Opale*<sub>2010</sub> n'ont pas été conservés. Bien que ces variables permettent d'enrichir le diagnostic sur les variations des stocks à court terme, leur prévision se révèle complexe et peu robuste. Leur emploi pour un modèle n'apparaît pas justifié pour un modèle comme *Opale*, centré sur les prévisions de moyen-terme.

**Graphique 52 : variations de stocks et demande intérieure hors stocks**



**Graphique 53 : variations de stocks et exportations de biens**



<sup>32</sup> En log, autrement dit le ratio entre PIB et PIB hors stocks.

### Équation 7 : variations de stocks

$$\Delta S = -0,080\% + 0,70\Delta S_{-1} + 0,24\Delta \log Dinths_{-1} + 0,03\Delta \log Xb_{-1} + 0,03\Delta \log Xb_{-2}$$

$\begin{matrix} (-1,6) & (10,9) & (2,6) & (1,7) & (1,9) \end{matrix}$

Estimation sur la période 1990T1-2012T4 :

$R^2 = 68,2 \%$     $SER=0,35 \%$     $DW = 2,17$

$\Delta S$ : logarithme du ratio entre PIB et PIB hors variations de stocks (en volume à prix chaînés) ; au premier ordre, sa variation  $\Delta(\Delta S)$  est égale à la contribution des variations de stocks à la croissance du PIB.

$Dinths$  : demande intérieure hors variations de stocks.

$Xb$  : exportations de biens en volume à prix chaînés.

**Tableau 7 : élasticités de la contribution de la variation des stocks à la croissance du PIB  $\Delta(\Delta S)$**

En effet sur la contribution de la variation des stocks à la croissance	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Demande intérieure hors stocks (+1 %)	0,00	0,24	-0,07	-0,05	0,01	-0,08	-0,05	0,00
Exportations de biens (+1 %)	0,00	0,03	0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	0,00

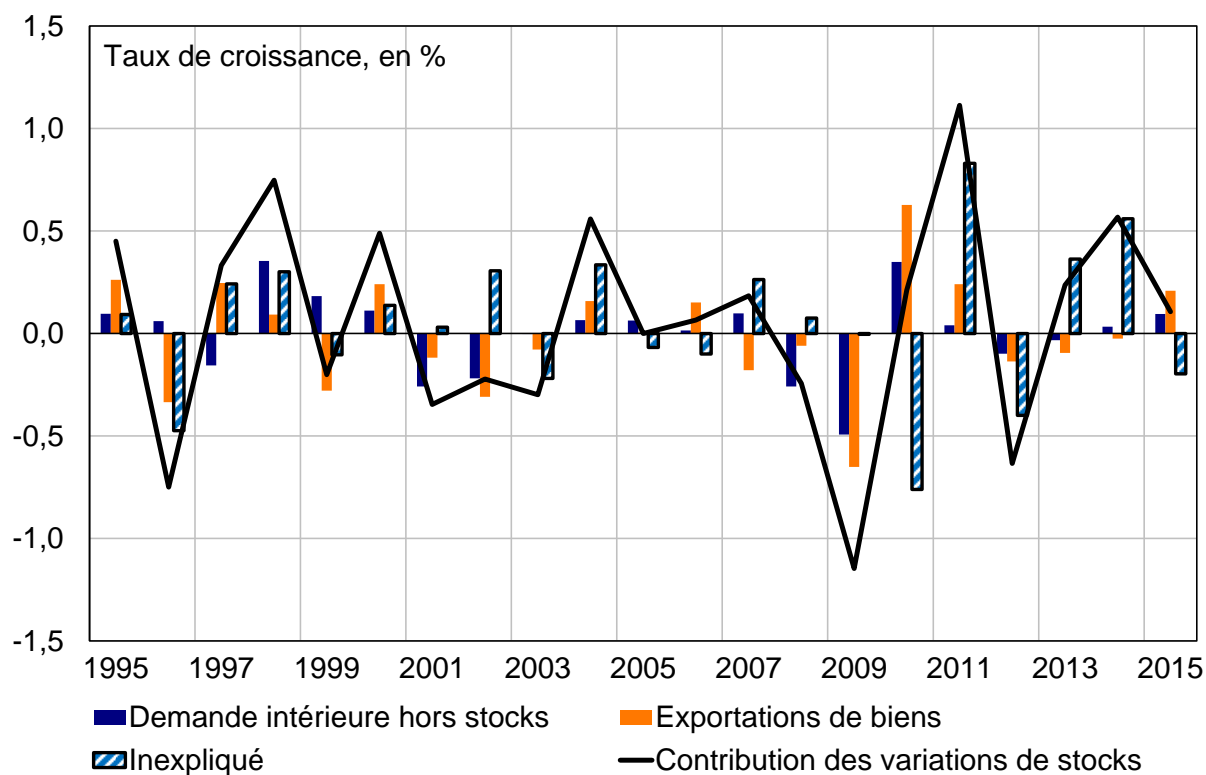
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

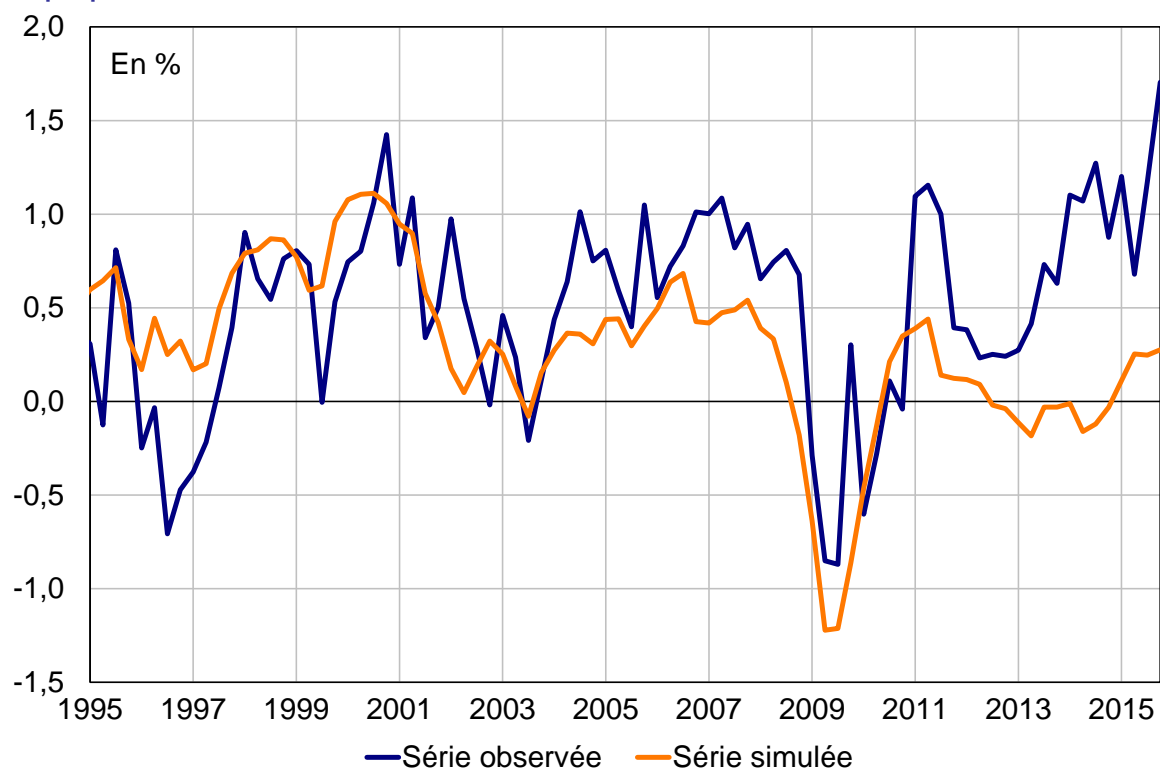
**Un choc permanent sur la demande est sans effet à long terme sur la contribution des stocks à la croissance ni sur le ratio PIB sur PIB hors stocks, mais cela modifie le niveau des stocks.**

À court terme, un surcroît de demande intérieure conduit à une accélération des stocks contribuant à hauteur de 0,2 point à la croissance du PIB au 2<sup>e</sup> trimestre. Ensuite, les stocks décélèrent progressivement pour se stabiliser en niveau, et leur contribution alors négative à la croissance du PIB vient compenser la contribution positive du 2<sup>e</sup> trimestre : le mouvement des stocks n'a pas amplifié la réponse du PIB à un surcroît de demande à long terme.

**Graphique 54 : contribution des variations de stocks à la croissance du PIB et contribution des déterminants**



**Graphique 55 : observé et simulé en niveau**



**L'équation parvient correctement à rendre compte des mouvements de stockage en phase haute du cycle économique et de déstockage en phase basse (phase de ralentissement économique du début des années 2000 et récession de 2009 notamment).** Une partie de la volatilité des variations de stocks demeure toutefois inexpliquée et correspond probablement au fait que cette variable sert de bouclage entre l'offre et la demande dans les comptes trimestriels, en l'absence de données trimestrielles sur les stocks, et incorpore donc les erreurs de mesures sur les autres postes.

### 3. La boucle prix-salaires

#### 3.1. Le salaire moyen par tête dans les branches marchandes non agricoles

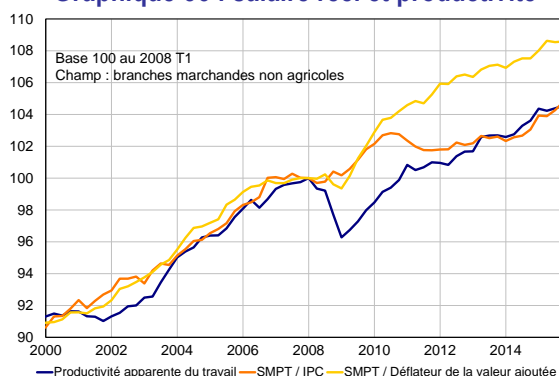
Les salaires et leurs déterminants ont connu une évolution singulière depuis le déclenchement de la crise.

La productivité a tout d'abord connu un choc important à la baisse fin 2008 – début 2009 (cf. aussi la partie 2.5 sur la modélisation de l'emploi). Cette détérioration de la productivité s'est produite à un moment où la progression du pouvoir d'achat des salaires – soit les salaires nominaux déflatés par l'IPC – a été relativement soutenue en lien avec la forte surprise à la baisse sur l'inflation résultant de la baisse marquée du prix du pétrole. Cet effet ciseau entre salaire et productivité a conduit à un repli marqué du taux de marge des sociétés non financières (SNF), de -2,2 points sur la seule année 2009, alors que celui-ci était resté globalement stable depuis la fin des années 1980 (cf. graphique 57).

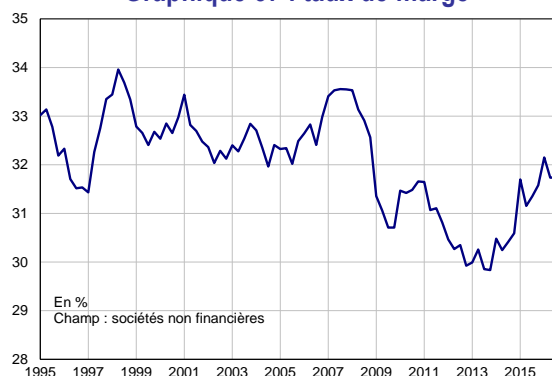
Une baisse du taux de marge n'est pas inhabituelle en phase de retournement conjoncturel : la rapidité du repli de la demande est généralement plus grande que la capacité des entreprises à réduire leur coût en jouant sur l'emploi et les salaires. En 2010, la productivité apparente du travail est toutefois repartie à la hausse, ce qui a permis une remontée temporaire du taux de marge des sociétés non financières (à 31,6 % après 30,9 % en 2009).

L'écart qui était apparu en 2009 entre le pouvoir d'achat des salaires (par tête) et la productivité s'est progressivement refermé : en 2014 cet écart est quasi-nul en prenant comme point de départ l'avant crise. Ainsi, du point de vue des salariés, les salaires réels ont évolué globalement en ligne avec la productivité (cf. graphique 56).

Graphique 56 : salaire réel et productivité



Graphique 57 : taux de marge



Pour autant, le taux de marge a continué de décroître, de -2,2 point entre 2010 et 2014. La progression des salaires nominaux ayant été supérieure aux gains de productivité, les coûts salariaux unitaires (CSU) sont restés dynamiques, ce qui a conduit les entreprises à consentir des efforts de marges. En effet, dans un contexte de demande affaiblie, les entreprises n'ont pas pu répercuter cette hausse des coûts de production sur leurs prix de vente, conduisant à un déflateur de la valeur ajoutée, prix pertinent du point de vue des entreprises, moins dynamique que les prix à la consommation mesurés par l'IPC. Plusieurs hypothèses, complémentaires, peuvent être avancées pour expliquer cette divergence entre prix d'offre et prix à la consommation : la faiblesse de la demande aurait pesé sur les prix de vente, les entreprises concédant des efforts de marge, en particulier à l'exportation ; dans le même temps, les prix à la consommation auraient été relativement soutenus du fait notamment de la

hausse de la fiscalité indirecte<sup>33</sup> ; les termes de l'échange extérieurs ont pu jouer temporairement, notamment du fait de la forte hausse du prix des matières premières de 2008<sup>34</sup>. **Au final, du point de vue des entreprises, l'écart entre les salaires super-bruts déflatés par le prix de la valeur ajoutée et la productivité ne s'est pas résorbé et explique la dégradation du taux de marge.** Cette divergence prolongée en niveau a ainsi conduit à une déformation du partage de la valeur ajoutée en faveur des ménages par rapport à la situation qui prévalait avant la crise, qui s'est traduite par une baisse du taux de marge des SNF entre 2008 et 2013 d'une magnitude inédite depuis le premier choc pétrolier : le taux de marge des SNF a reculé de près de 4 points suite à la crise, passant de 33,5 % en 2007 à 29,9 % en 2013.

**Les modélisations de type *wage-setting* (WS)<sup>35</sup>, auxquelles s'apparentait le modèle retenu dans le cadre d'*Opale*<sub>2010</sub> et dans lesquelles les salaires sont négociés avant les décisions d'embauche des entreprises, ne permettent pas de restituer convenablement la déformation du partage de la valeur ajoutée observée depuis la crise.**

**La spécification développée dans le cadre de la mise à jour du modèle *Opale* est une version simplifiée s'appuyant sur les déterminants des modèles de type WS** mais qui peut s'avérer plus robuste en prévision, en particulier car elle ne nécessite pas de prévision du déflateur de la valeur ajoutée, volatil et révisable.

Le SMPT brut des BMNA est modélisé sur la base de déterminants suivants :

- La **productivité**. Contrairement à la version précédente du modèle *Opale*, dans laquelle la productivité est prise en compte sous forme d'une tendance linéaire, la composante tendancielle de la productivité est mesurée au travers d'une moyenne mobile d'ordre 4. En effet, les propriétés statistiques des séries ne permettent pas de retenir la série de productivité apparente du travail *stricto sensu* comme déterminant de long terme : la relation de long terme s'en trouverait dégradée, particulièrement en fin de période, ce qui serait un inconvénient important pour les exercices de prévision. La productivité apparente du travail ressort significativement à court terme, ce qui permet de prendre en compte des effets de cycle : avant ajustement de l'emploi, une accélération de l'activité aurait ainsi un léger effet sur les salaires, peut-être sous l'effet des composantes variables de la rémunération.
- L'indice des **prix à la consommation**. L'élasticité du salaire nominal aux prix est unitaire à long terme. L'IPC intervient également à court terme, de manière à refléter le processus d'ajustement des salaires aux prix.

---

<sup>33</sup> Par ailleurs, pour des raisons statistiques, l'IPC, sur lequel les salaires sont en partie indexés (indexation du Smic, rôle des prévisions d'inflation dans les négociations salariales), s'est révélé sensiblement plus dynamique que le déflateur de la consommation des ménages des comptes nationaux, qui est comptablement cohérent avec le déflateur de la valeur ajoutée.

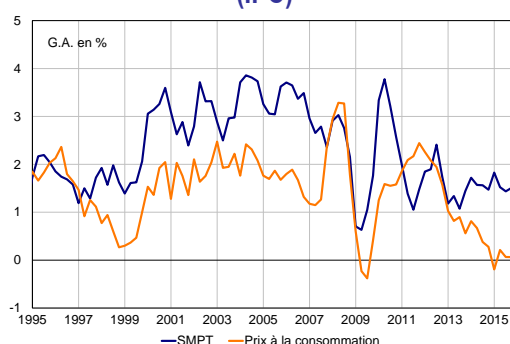
<sup>34</sup> Cf. RESF 2015, dossier « La situation des entreprises nécessitait des mesures en faveur de la compétitivité et de l'emploi ».

<sup>35</sup> Ce type de modélisation se place dans le cadre théorique d'un modèle de négociation salariale (*wage setting* - WS), dans lequel les salaires sont négociés avant les décisions d'embauche des entreprises. Ce type de modèle est généralement préféré à une courbe de Phillips car il s'appuie sur un modèle explicite, micro-fondé. Il permet de faire apparaître naturellement une relation de long terme entre variables intégrées. Il est donc courant dans les modèles macroéconométriques (Allard-Prigent *et al.*, 2002 ; Baghli *et al.*, 2003, et Baghli, 2004).

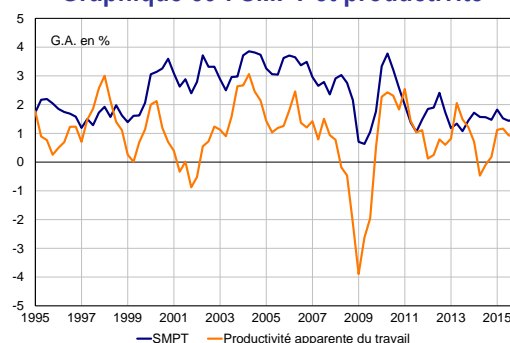
- Le **taux de chômage**. Le lien entre évolution du salaire et évolution du taux de chômage, propre au modèle WS, ressort à court terme uniquement. L'introduire dans la relation de long terme conduirait à dégrader sensiblement la qualité de l'ajustement depuis la crise. Il est donc omis, s'agissant d'un modèle de prévision où la qualité statistique est privilégiée, même si cela empêche de définir un taux de chômage de structurel.

À ces déterminants usuels dans les modèles de type WS s'ajoute **une indicatrice portant sur la période 2008T4-2010T4**. Cet élément statistique permet de capter la déformation du partage de la valeur ajoutée observée durant la crise et peut se justifier notamment par le recours important au chômage partiel durant cette période mais aussi par le contexte sur les prix d'offres et les prix de demande, évoqué ci-dessus, qui a pu limiter la capacité d'ajustement des entreprises sur les salaires.

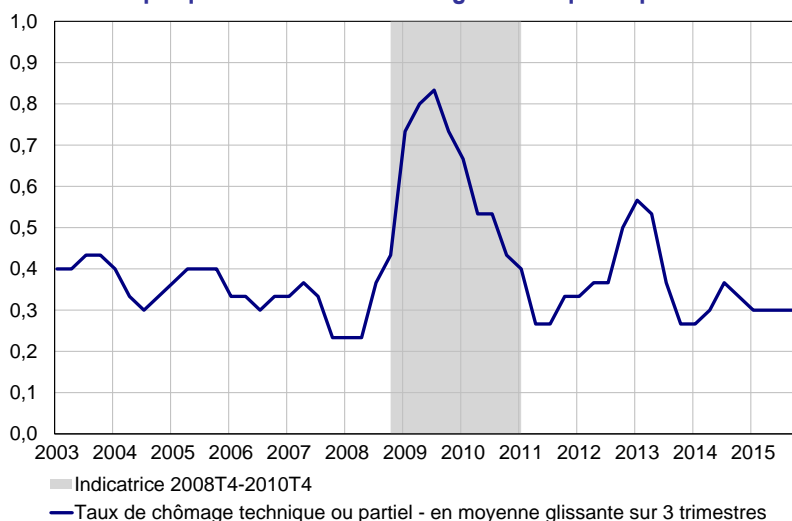
**Graphique 58 : SMPT et prix à la consommation (IPC)**



**Graphique 59 : SMPT et productivité**



**Graphique 60 : taux de chômage technique et partiel**



### Équation 8 : Salaire moyen par tête (branches marchandes non agricoles)

$$\begin{aligned} \Delta \log SMPT = & -0,44 + 0,30 \Delta \log IPC + 0,38 \Delta \log IPC_{-1} \\ & + 0,36 \Delta \log Prod_{BMNA} - 0,29 \Delta Txcho + 0,006 Ind_{2008T4-2010T4} \\ & - 0,080 \left[ \log SMPT_{-1} - \left( \log IPC_{-1} + MA4 (\log Prod_{BMNA})_{-1} + 0,029 Ind_{2008T4-2010T4} \right) \right] \end{aligned}$$

$\begin{matrix} (-2,2) & (2,4) & (3,5) \\ (5,2) & (-2,3) & (3,1) \\ (-2,3) & & (*) \end{matrix}$

Équation estimée par les MCO sur la période 1995T1-2012T4 :

$R^2 = 49,2 \%$   $SER = 0,24 \%$   $DW = 1,41$

*SMPT* : Salaire brut moyen par tête (personnes physiques) versé par les BMNA ;

*IPC* : Indice des prix à la consommation (CVS) ;

*Prod<sub>BMNA</sub>* : Productivité apparente du travail par emploi salarié (personnes physiques) ;

*MA4 (log Prod<sub>BMNA</sub>)* : Moyenne glissante sur les 4 derniers trimestres du logarithme de la productivité ;

*Txcho* : Taux de chômage au sens du BIT ;

*Ind<sub>2008T4-2010T4</sub>* : Indicateur de la période 2008T4-2010T4.

**L'équation de salaire ainsi spécifiée, présente une qualité statistique comparable à celle de l'ancien modèle *Opale*. Elle s'avère robuste en prévision et permet de mieux rendre compte des salaires depuis la fin de la crise**, en particulier la fermeture de l'écart entre salaires réels (déflatés par l'IPC) et la productivité apparente du travail. Dans la première partie des années 2000, le dynamisme des salaires nominaux correspondait au dynamisme des prix et à des gains de productivité conséquents. Les salaires ont été encore soutenus en 2008, sous l'effet de l'inflation, stimulée par la hausse du prix du pétrole et des matières premières. Ils ont ralenti en 2009, avec la baisse du prix du pétrole et la chute de la productivité. Depuis 2010, ils évoluent à un rythme inférieur à leur moyenne du début des années 2000 : les gains de productivité sont faibles, les prix à la consommation sont moins dynamiques.

**La prévision de SMPT doit également s'appuyer sur des éléments complémentaires.** Les salaires négociés (salaire mensuel de base), indépendants de l'évolution de la structure de l'emploi peuvent être distingués des composantes variables des rémunérations, liées au cycle. Les coups de pouce sur le Smic doivent être pris en compte le cas échéant. Il est également probable que l'équation ne reflète pas les rigidités nominales susceptibles d'apparaître lorsque l'inflation est faible. Enfin, la prévision de salaire est indissociable du comportement de marge des entreprises.

**Tableau 8 : élasticité ou semi-élasticité du salaire moyen par tête des branches marchandes non agricoles**

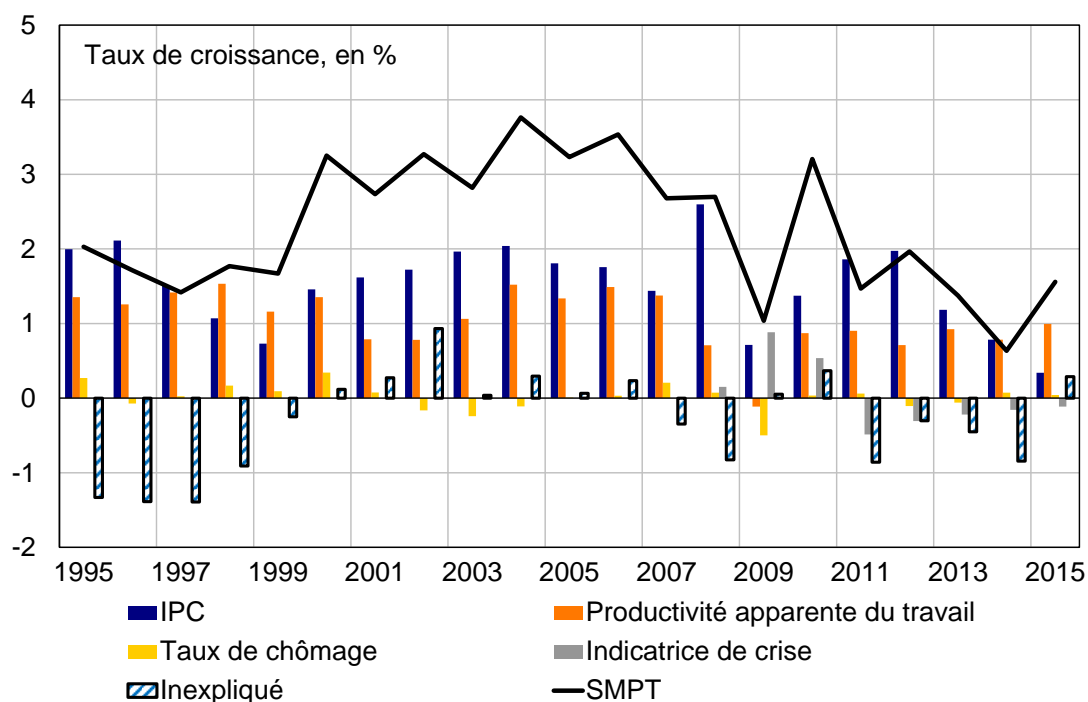
En effet sur la contribution des stocks à la croissance	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Prix à la consommation (+1 %)	0,30	0,74	0,76	0,78	0,64	0,82	0,93	1,00
Productivité (+1 %)	0,36	0,35	0,36	0,39	0,36	0,50	0,82	1,00
Chômage (+1 pt)	-0,29	-0,26	-0,24	-0,22	-0,25	-0,18	-0,07	0,00

Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

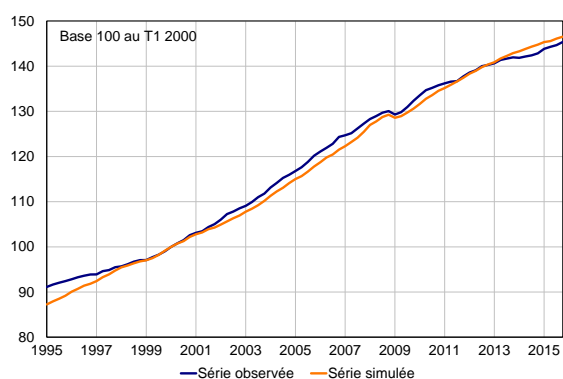
Sources : modèle *Opale*<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.



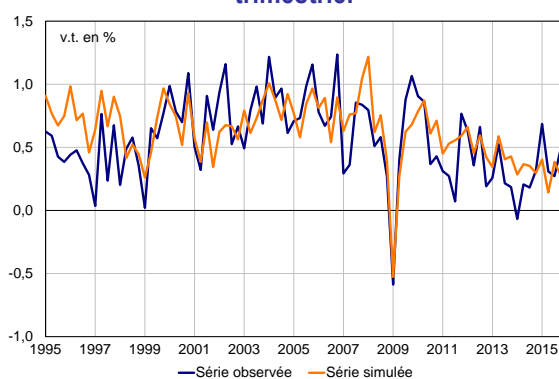
**Graphique 61 : évolution du salaire moyen par tête des branches marchandes non agricoles et contribution des déterminants**



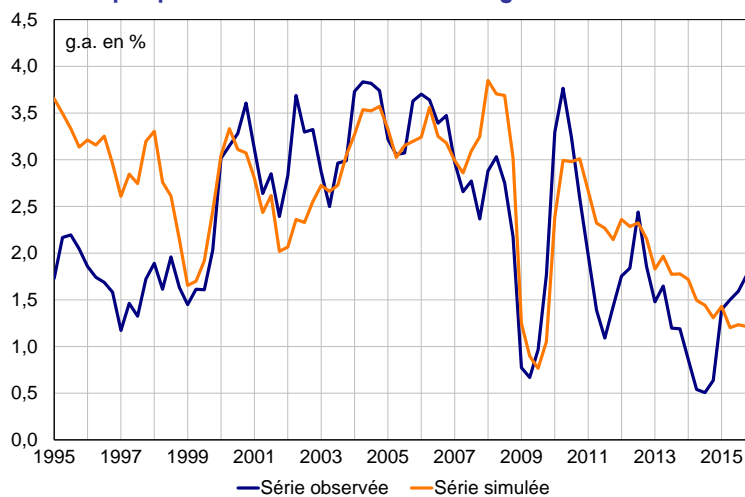
**Graphique 62 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 63 : observé et simulé en glissement trimestriel**



**Graphique 64 : observé et simulé en glissement annuel**



### 3.2. Le prix de production marchand

Le prix d'offre modélisé dans *Opale* est le prix de production pour le marché intérieur<sup>36</sup>. Bien qu'il aurait été techniquement possible de modéliser directement le prix de la valeur ajoutée, le choix a été fait de modéliser le prix de production, solution déjà retenue dans la précédente version du modèle. En effet, cette approche permet de décrire dans un cadre naturel la formation du prix de production en fonction de l'ensemble des coûts de production, y compris consommations intermédiaires.

Le prix de production des branches marchandes non agricoles (BMNA) pour le marché intérieur dépend des coûts de deux facteurs de production, avec une élasticité unitaire à long terme :

- **Coût salarial unitaire (CSU)** des branches marchandes non agricoles. Ce coût est défini comme le ratio des rémunérations (salaires, cotisations sociales employeurs et impôts sur la production nets de subvention) rapportées à la production des branches marchandes non agricoles en volume<sup>37</sup>. Cette variable reflète le coût du facteur travail, compte tenu des gains de productivité. L'élasticité de long terme du prix de production au coût salarial unitaire est égale à 1/3, élasticité cohérente avec le poids des coûts salariaux dans les coûts de production.
- **Coût unitaire des consommations intermédiaires (CUCI)**. Ce coût est défini comme le ratio des consommations intermédiaires des branches marchandes non agricoles en valeur rapportées à leur production en volume. L'élasticité de long terme du prix de production au coût unitaire des consommations intermédiaires est égale à 2/3, élasticité cohérente avec le poids des consommations intermédiaires dans les coûts de production.

Le coût du capital devrait théoriquement entrer dans les coûts de production (Klein et Simon, 2010). Il est toutefois omis de la modélisation retenue car la volatilité des coûts de production provient essentiellement des consommations intermédiaires et des coûts salariaux, sujets aux fluctuations de la productivité et des salaires.

Comme dans la précédente version du modèle *Opale*, une **tendance linéaire** doit être introduite pour tenir compte des écarts de tendance entre prix de production pour le marché intérieur et prix de production sur le champ des branches marchandes non agricoles (voir graphique 65). Les écarts de tendance sont imputables à la différence de structure par produits de la demande domestique et des exportations (voir graphique 67). La demande domestique repose davantage sur des produits dont les prix ont augmenté plus que la moyenne, correspondant le plus souvent à des branches à gains de productivité faibles ou modérés : construction, services, industries agroalimentaires. Les exportations comportent davantage de produits industriels, dont les prix sont moins dynamiques, correspondant à des branches à plus forts gains de productivité. Par ailleurs, une rupture de tendance temporaire a été introduite pour prendre en compte les effets de la crise sur les comportements de prix. Cette méthode de prise en compte de la crise n'est pas pleinement satisfaisante, mais les travaux

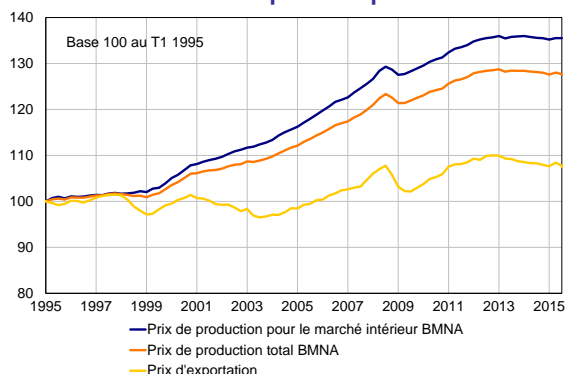
---

<sup>36</sup> Le prix de production modélisé dans *Opale*<sub>2017</sub> correspond plus précisément au déflateur de la production des branches non agricoles (BMNA) destinée au marché intérieur et hors marges commerciales. Elle est définie comme la production BMNA corrigée des exportations et des marges de commerce en produits marchands non agricoles.

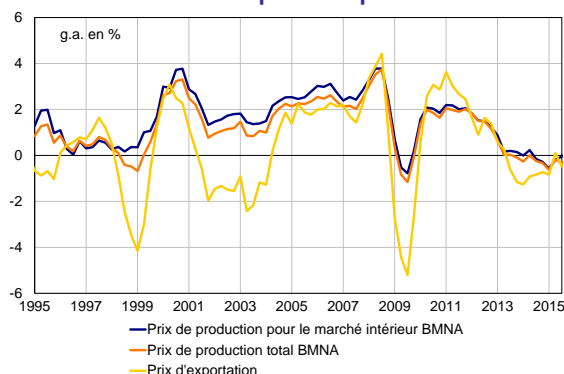
<sup>37</sup> La définition de ce coût salarial unitaire diffère donc notablement de la définition retenue pour la modélisation de la compétitivité-coût utilisée dans l'équation d'exportations de biens manufacturés.

techniques de réestimation n'ont pas permis de construire une autre approche de la crise compatible avec un modèle à correction d'erreur.<sup>38</sup>

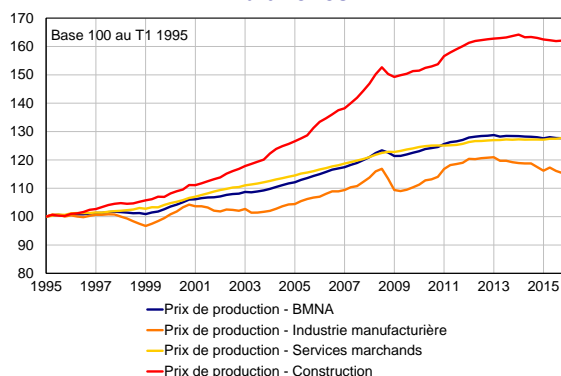
**Graphique 65 : prix de production BMNA – marché intérieur et prix d'exportation**



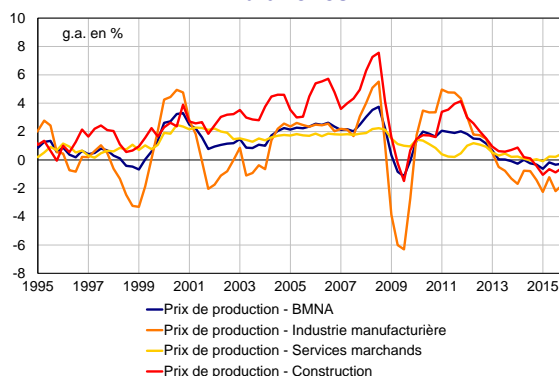
**Graphique 66 : prix de production BMNA – marché intérieur et prix d'exportation**



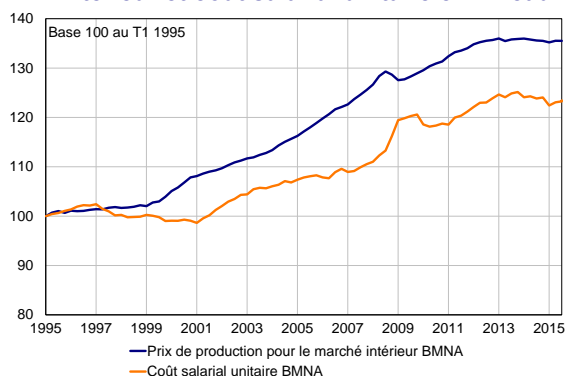
**Graphique 67 : prix de production selon les branches**



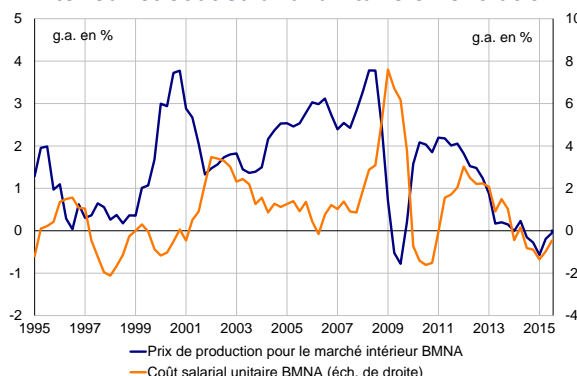
**Graphique 68 : prix de production selon les branches**



**Graphique 69 : prix de production pour le marché intérieur et coût salarial unitaire en niveau**

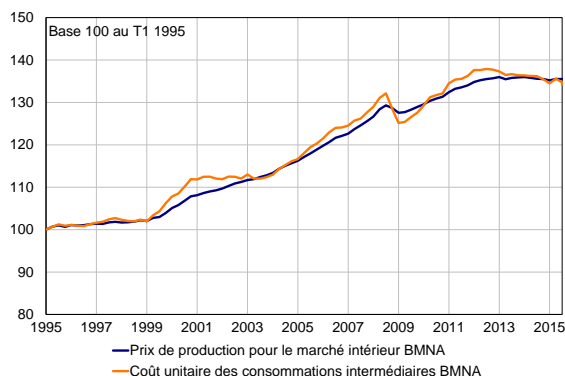


**Graphique 70 : prix de production pour le marché intérieur et coût salarial unitaire en évolution**

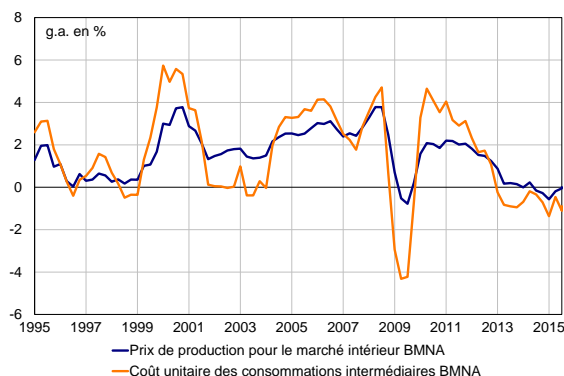


<sup>38</sup> En termes techniques, seule l'utilisation à cette tendance temporaire permet d'obtenir une force de rappel statistiquement significative et économiquement notable.

**Graphique 71 : prix de production pour le marché intérieur et coût unitaire des consommations intermédiaires en niveau**



**Graphique 72 : prix de production pour le marché intérieur et coût unitaire des consommations intermédiaires en évolution**



### Équation 9 : prix de production des branches marchandes non agricoles

$$\begin{aligned} \Delta \log PxProdMI &= 0,0003 + 0,13 \Delta \log PxProdMI_{-1} + 0,08 \Delta \log PxProdMI_{-3} + 0,19 \Delta \log CSU \\ &\quad + 0,46 \Delta \log CUI \\ &\quad - 0,09 \left[ \log PxProdMI_{-1} - \left( \log(CSU + CUI)_{-1} + 0,062\%Tend - 0,121\%Tend_{2008-2012} - 4,75 \right) \right] \end{aligned}$$

(0,9) (2,4) (1,5) (5,4)  
(15,6) (\*) (\*)

$$R^2 = 83,7 \% \quad SER = 0,16 \% \quad DW = 1,82$$

Estimation sur la période 1993T1-2011T4 pour le court terme (1993T1-2013T4 pour le long terme)

*PxProdMI* : Prix de production pour le marché intérieur des branches marchandes non agricoles hors marges commerciales.

*CSU* : Coût salarial unitaire des branches marchandes non agricoles.

*CUI* : Coût unitaire des consommations intermédiaires des branches marchandes non agricoles.

*Tend* : Tendence linéaire.

*Tend<sub>2008-2012</sub>* : Tendence linéaire temporaire entre le 1<sup>er</sup> trimestre 2008 et le 4<sup>ème</sup> trimestre 2012.

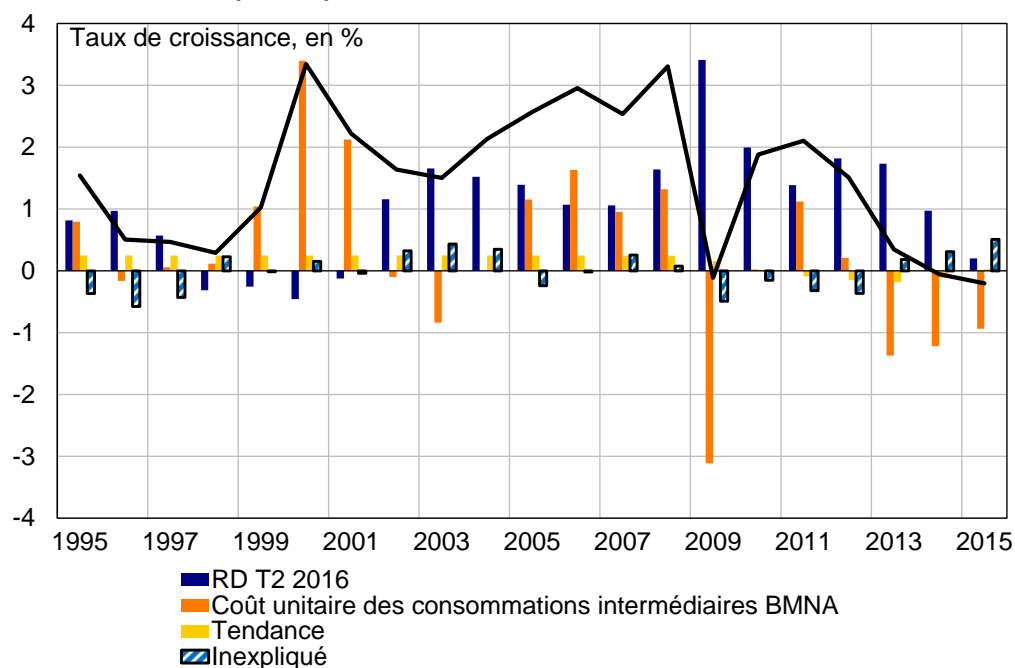
**Tableau 9 : élasticités du prix de production manufacturière à ses déterminants**

En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Coût salarial unitaire	0,19	0,23	0,24	0,27	0,23	0,29	0,32	0,33
Coût unitaire des CI	0,46	0,54	0,56	0,61	0,55	0,64	0,67	0,67

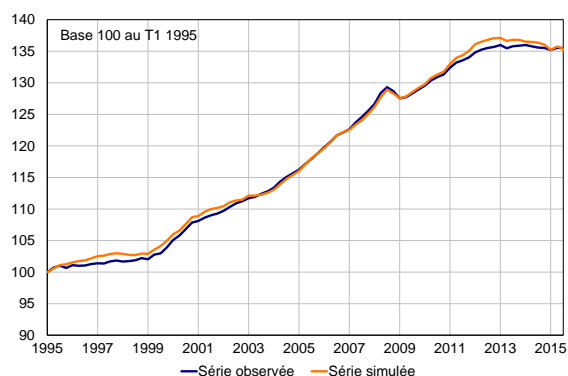
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

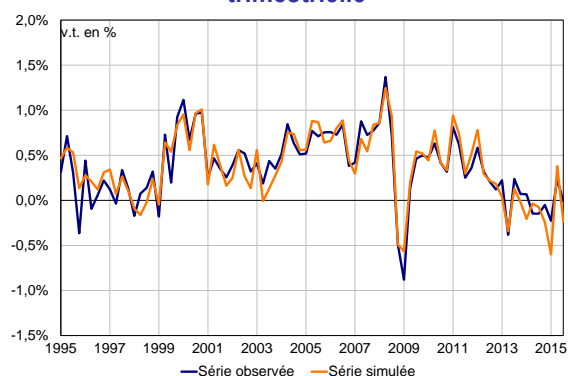
**Graphique 73 : évolution du prix de production manufacturière et contribution des déterminants**



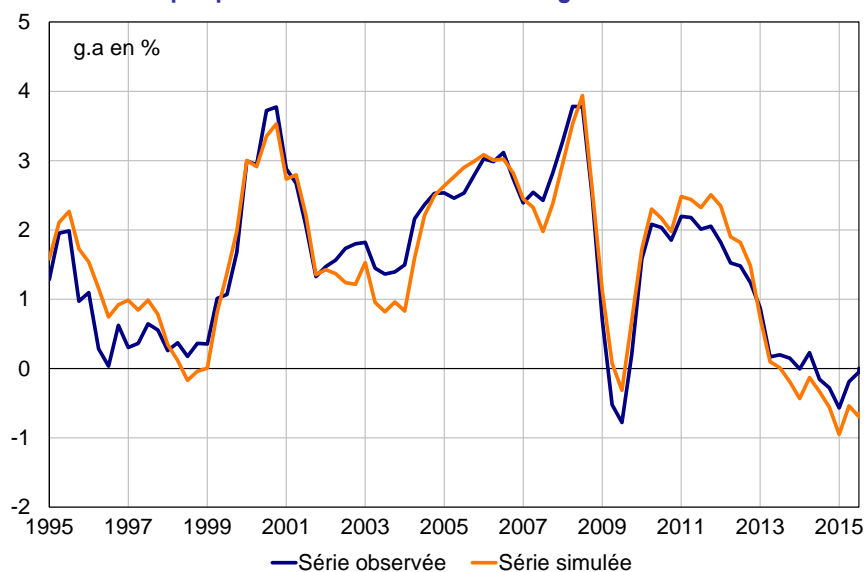
**Graphique 74 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 75 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 76 : observé et simulé en glissement annuel**



Ainsi spécifiée, l'équation présente des propriétés satisfaisantes. La relecture de l'évolution des prix de production grâce à cette équation montre qu'ils sont essentiellement guidés par les évolutions des coûts de production. L'équation restitue ainsi de façon satisfaisante les accélérations et décélérations des prix de productions entre le milieu des années 1990 et la crise, avec une contribution de l'inexpliqué nulle en moyenne sur la période 1995-2008. L'équation rencontre néanmoins des difficultés à capter le comportement de fixation des prix observés pendant la crise (2009-2012), avec quatre années d'inexpliqué négatif. À l'inverse, l'équation ne restitue pas le dynamisme des prix de production en 2015, vraisemblablement en raison d'un phénomène de reconstitution des marges observé suite à la forte baisse des prix du pétrole depuis l'été 2014.

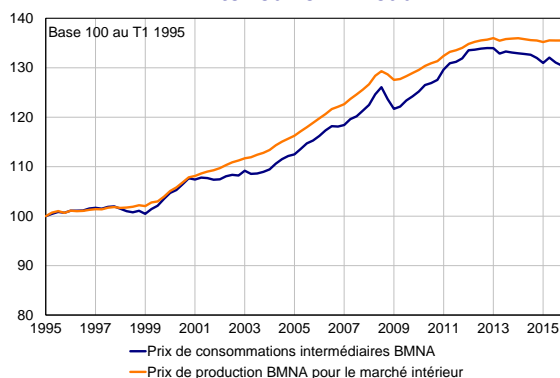
### 3.3. Le prix des consommations intermédiaires des branches marchandes

Le déflateur des consommations intermédiaires (CI) des branches marchandes non agricoles (BMNA) est modélisé à partir des prix des ressources :

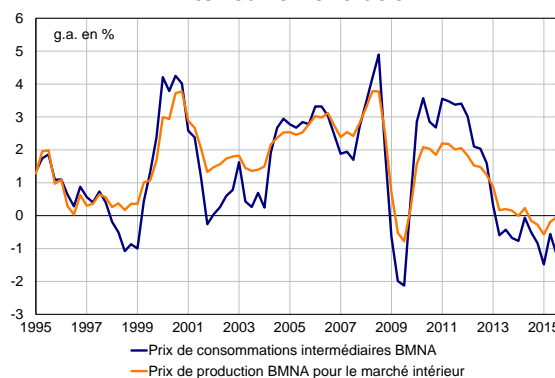
- Le **déflateur de la production des branches marchandes non agricoles pour le marché intérieur**. Cette variable reflète le prix des consommations intermédiaires produites par des entreprises domestiques. Cette variable n'apparaît pas dans la dynamique de court terme de l'équation afin d'éviter un problème d'endogénéité (le prix de consommations intermédiaires apparaissant de façon contemporaine dans la dynamique de court terme de l'équation de prix de production).
- Le **déflateur des importations**. Cette variable qui n'intervient que dans la relation de long terme reflète le prix des consommations intermédiaires importées.
- Par ailleurs, la dynamique de court terme de l'équation distingue le **déflateur des importations d'énergie** et le **déflateur des importations hors énergie** afin de prendre en compte le fait qu'un renchérissement des importations d'énergie se transmet plus rapidement aux prix des consommations intermédiaires qu'un renchérissement des autres importations.

Contrairement à la version précédente du modèle, la spécification retenue repose sur une hypothèse d'homogénéité statique à long terme, de façon à être compatible avec l'existence d'un sentier de croissance régulier. Par ailleurs, une tendance de +0,7 pt par an est introduite de 2008 à 2011 uniquement, pour combler un écart temporaire, mais inexpliqué, dans la relation habituellement observée entre les prix de consommations intermédiaires et leurs déterminants.

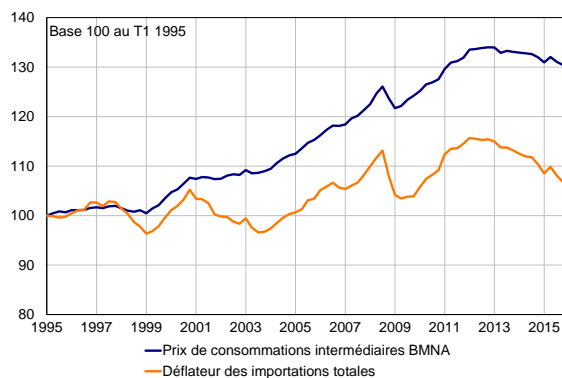
**Graphique 77 : prix de consommations intermédiaires et prix de production pour le marché intérieur en niveau**



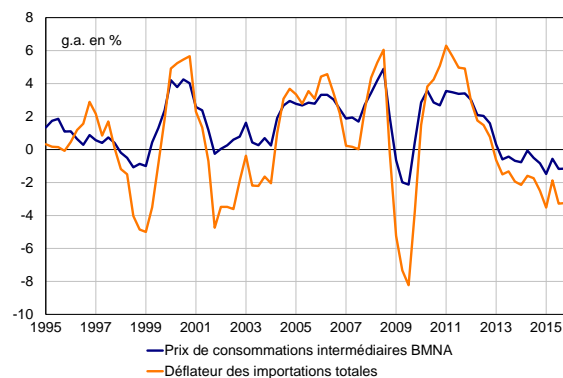
**Graphique 78 : prix de consommations intermédiaires et prix de production pour le marché intérieur en évolution**



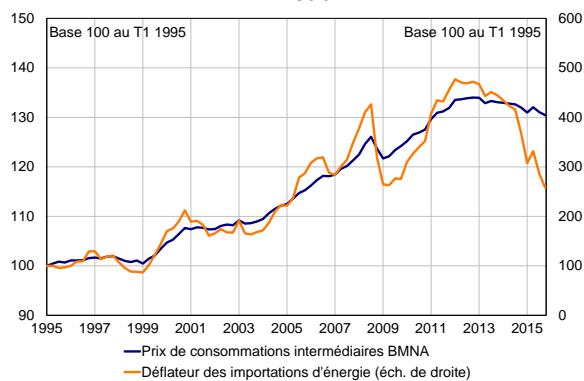
**Graphique 79 : prix de consommations  
intermédiaires et déflateur des importations totales  
en niveau**



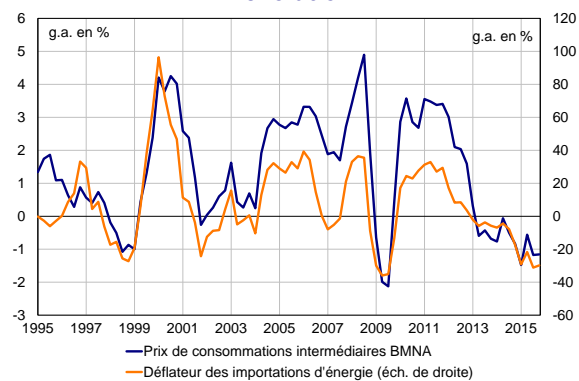
**Graphique 80 : prix de consommations  
intermédiaires et déflateur des importations totales  
en évolution**



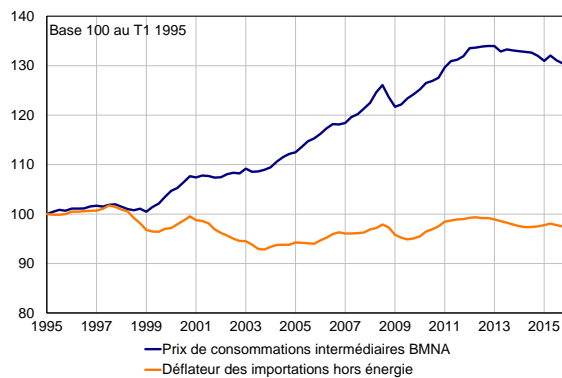
**Graphique 81 : prix de consommations  
intermédiaires et prix d'importations d'énergie en  
niveau**



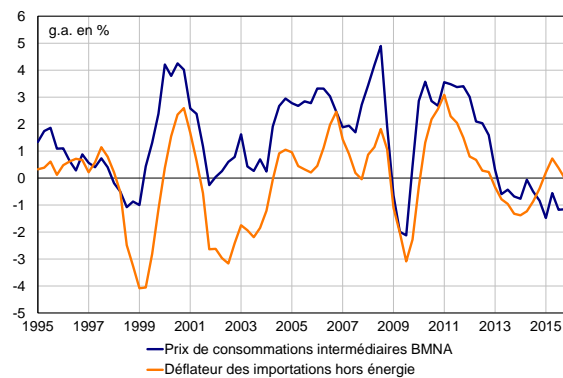
**Graphique 82 : prix de consommations  
intermédiaires et prix d'importations d'énergie en  
évolution**



**Graphique 83 : prix de consommations  
intermédiaires et prix d'importations hors énergie  
en niveau**



**Graphique 84 : prix de consommations  
intermédiaires et prix d'importations hors énergie  
en évolution**



**Équation 10 : prix des consommations intermédiaires des branches marchandes non agricoles**

$$\Delta \log PxCI = \underset{(4,9)}{0,0022} + \underset{(2,5)}{0,16} \Delta \log PxCI_{-1} + \underset{(11,6)}{0,050} \Delta PxImportNRJ + \underset{(4,2)}{0,25} \Delta PxImporthNRJ - \underset{(-3,0)}{0,39} \left[ \log PxCI - \left( \underset{(*)}{0,78} \log PxProdMI_{-1} + \underset{(c)}{(1 - 0,78)} PxImport_{-1} + \underset{(*)}{0,00175} Tend_{2008-2011} - \underset{(*)}{0,0109} \right) \right]$$

$R^2 = 78,5 \%$     $SER = 0,29 \%$     $DW = 1,80$

Équation estimée par les MCO sur la période 1993T1-2012T4 ; 1993T1-2013T4 pour la relation de long terme.

*PxCI*: Prix de consommation intermédiaire des branches marchandes non agricoles.

*PxProdMI*: Prix de production BMNA sur le marché intérieur hors marges commerciales.

*PxImportNRJ* : Prix des importations d'énergie.

*PxImporthNRJ* : Prix des importations hors énergie.

*Tend<sub>2008-2011</sub>* : Tendence linéaire entre le 1<sup>er</sup> trimestre 2009 et le 4<sup>e</sup> trimestre 2011.

**Tableau 10 : élasticités du déflateur des consommations intermédiaires à ses déterminants**

En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Prix de production BMNA (+1 %)	0,00	0,31	0,54	0,67	0,38	0,76	0,78	0,78
Prix des importations totales (+1 %)	0,30	0,32	0,28	0,25	0,29	0,23	0,22	0,22
Prix des importations hors énergie (+1 %)	0,25	0,27	0,24	0,22	0,24	0,20	0,19	0,19
Prix des importations d'énergie (+1 %)	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03

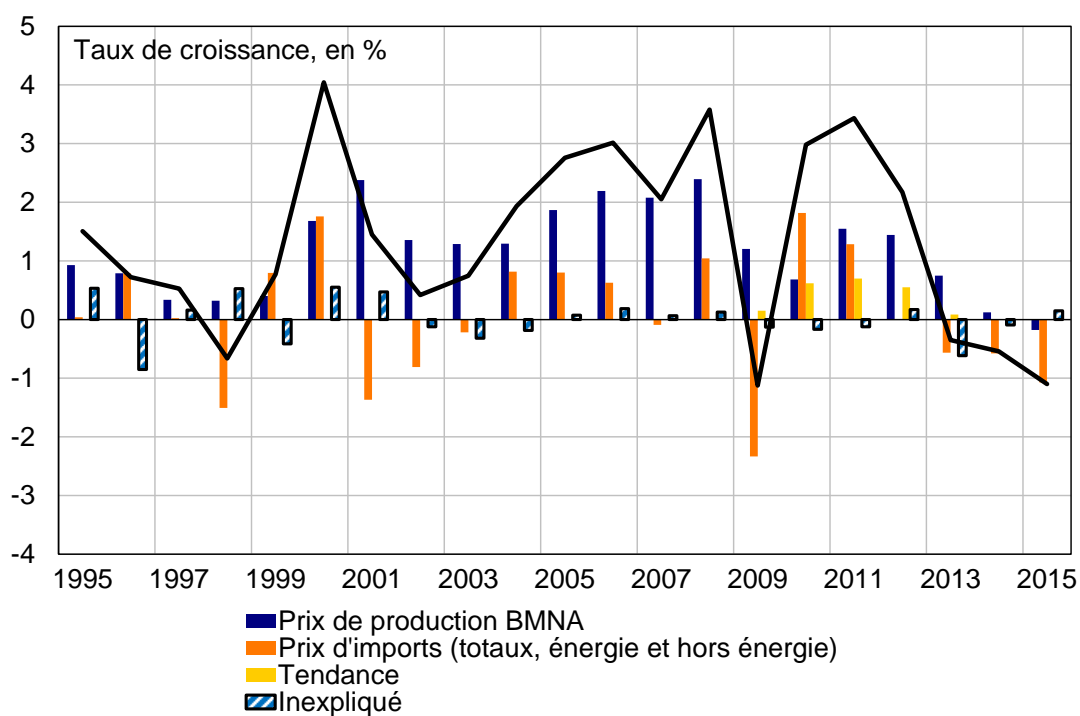
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

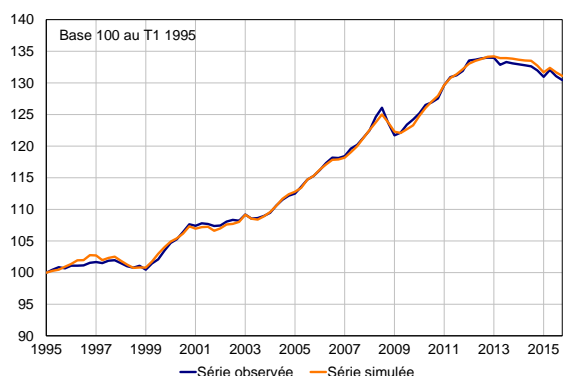
**NB** : l'impact des chocs sur les prix d'importations hors et sur les prix d'importations d'énergie combine les effets à court provenant des deux termes spécifiques de l'équation et les effets à long terme du terme associé au prix des importations totales. Dans ce tableau, le choc sur les prix d'importations en énergie (respectivement hors énergie) est donc combiné à un choc sur le prix des importations totales à hauteur de son poids en 2010, soit 12,3 % (resp. 87,7 %).



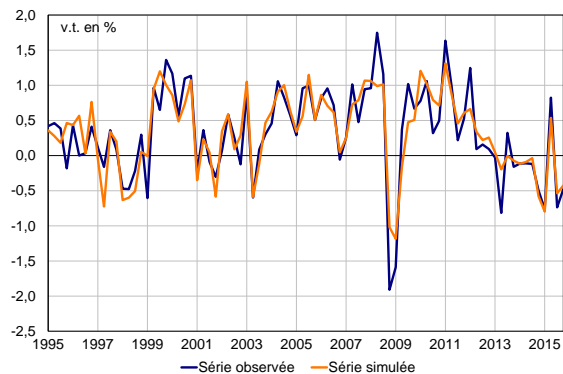
**Graphique 85 : évolution du déflateur des consommations intermédiaires et contribution des déterminants**



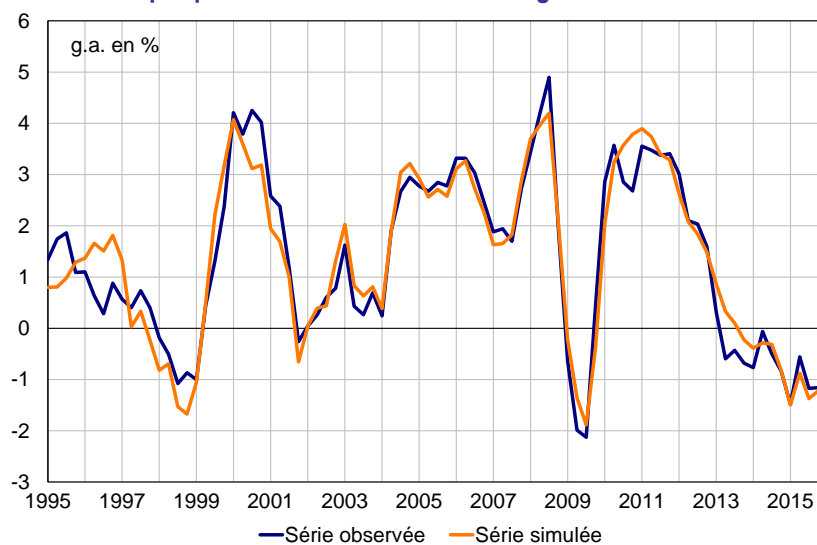
**Graphique 86 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 87 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 88 : observé et simulé en glissement annuel**



**Les tests statistiques confirment globalement la robustesse de la relation de long terme entre le prix des CI et ses déterminants.** La force de rappel vers l'équilibre de long terme apparaît plus importante qu'en base 2005. Par ailleurs, la contrainte d'homogénéité statique n'est pas rejetée par les données.

**La spécification retenue est proche de celle de la précédente version du modèle.** Les paramètres associés aux déflateurs des importations d'énergie et hors énergie sont quasiment inchangés, et la réaction du prix des consommations intermédiaires à un choc sur ses déterminants s'apparente aux modélisations existantes (*Opale*<sub>2010</sub>, *Mésange*<sub>2010</sub>). Comme dans la précédente version du modèle, le déflateur des consommations intermédiaires surréagit à court terme au prix des importations, avant de rejoindre son élasticité de 0,2 à long terme. Les élasticité de long terme du prix des consommations intermédiaires au déflateur de la production intérieure et aux prix des importations d'énergie et hors énergie sont cohérentes avec le poids de ces importations dans les consommations intermédiaires.

**La spécification parvient à retracer de façon satisfaisante les évolutions du prix des consommations intermédiaires sur les deux dernières décennies.** Si le déterminant le plus important reste le déflateur de la production intérieure, les prix d'importations permettent de capter plus finement les évolutions du prix des consommations intermédiaires. En revanche, la spécification peine à capter la faiblesse du prix des consommations intermédiaires en fin de période.

### **3.4. Les prix d'importations et d'exportations de biens manufacturés hors carburants raffinés**

**La modélisation des déflateurs des échanges extérieurs de biens manufacturés reste proche de celle retenue dans la précédente version du modèle :** les prix des importations et des exportations de biens manufacturés sont toujours modélisés en fonction des prix de production domestiques et des prix d'exportation pratiqués par les autres pays.

**Toutefois, trois changements notables sont intervenus par rapport à la précédente version du modèle.** Premièrement, les équations de prix de commerce extérieur sont estimées (y compris les relations de long terme), alors qu'elles étaient calibrées dans la version précédente du modèle. Deuxièmement, la définition des déflateurs modélisés a été modifiée : les équations portent désormais sur les déflateurs des importations et des exportations de biens manufacturés hors carburants raffinés<sup>39</sup>, et non sur l'ensemble des biens manufacturés. En effet, les déflateurs des importations et exportations de carburants raffinés<sup>40</sup> font l'objet d'une modélisation spécifique, afin de mieux isoler les effets des fluctuations du cours du pétrole sur les prix. Troisièmement, les prix étrangers de référence ont été modifiés à deux niveaux : d'une part, le champ de ces prix a été étendu de 8 à 23 pays ; d'autre part, les pondérations ont été mises à jour (la liste des pays ainsi que les pondérations sont détaillées dans l'annexe 5.3.3). En revanche, l'hypothèse d'homogénéité statique est maintenue, de façon à garantir la compatibilité du modèle avec l'existence d'un sentier de croissance régulier.

---

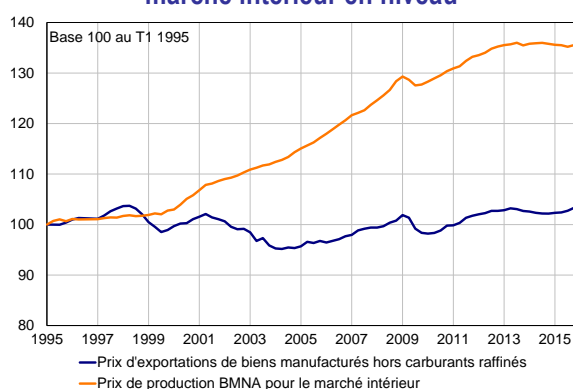
<sup>39</sup> Soient les produits C1, C3, C4 et C5 de la nomenclature NAF rév. 2 utilisée par les comptes nationaux français.

<sup>40</sup> Produit C2 de la nomenclature NAF rév. 2.

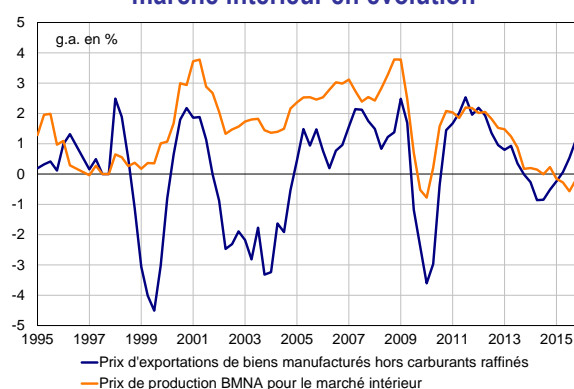
**Les spécifications retenues pour les déflateurs des exportations et des importations sont similaires**, de sorte que les fluctuations des prix étrangers et des taux de change aient des effets progressifs et lisses sur les termes de l'échange extérieur :

- La modélisation du déflateur des exportations de biens manufacturés repose sur l'hypothèse que les exportateurs français ont un pouvoir de marché et fixent leurs prix en tenant compte des conditions de production domestiques reflétées par les **prix de production**<sup>41</sup>, et de l'intensité de la concurrence à laquelle ils sont confrontés, reflétée par le **prix étranger de référence à l'exportation** (calculé selon la méthode des pondérations doubles). Il est en outre indispensable d'inclure une **tendance linéaire** dans l'équation, dans la mesure où les prix des biens manufacturés sont moins dynamiques que les prix de production de l'ensemble des entreprises.
- La modélisation du déflateur des importations de biens manufacturés repose sur l'hypothèse que les exportateurs étrangers vendent aux importateurs français à des prix qui tiennent compte des conditions de production des pays exportateurs, reflétées par le **prix étranger de référence à l'importation** (calculé selon la méthode des pondérations simples), et de la concurrence à laquelle ils sont confrontés sur le marché français, reflétée par les **prix de production**. Comme pour la modélisation des prix d'exportations, il est indispensable d'inclure une **tendance linéaire** dans l'équation.

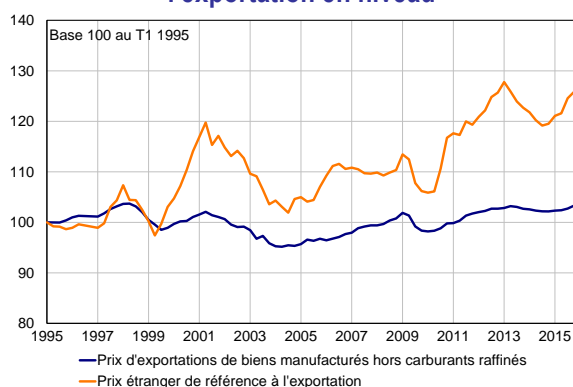
**Graphique 89 : déflateur des exportations de biens manufacturés et prix de production pour le marché intérieur en niveau**



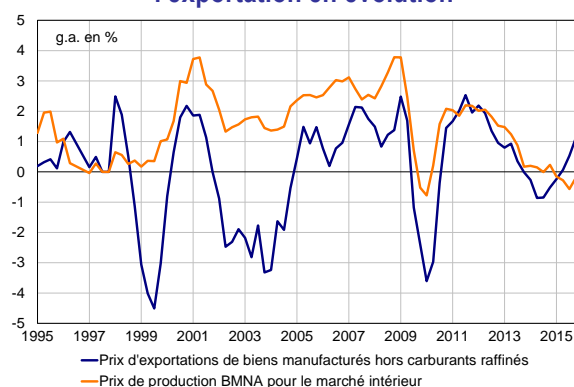
**Graphique 90 : déflateur des exportations de biens manufacturés et prix de production pour le marché intérieur en évolution**



**Graphique 91 : déflateur des exportations de biens manufacturés et prix étranger de référence à l'exportation en niveau**

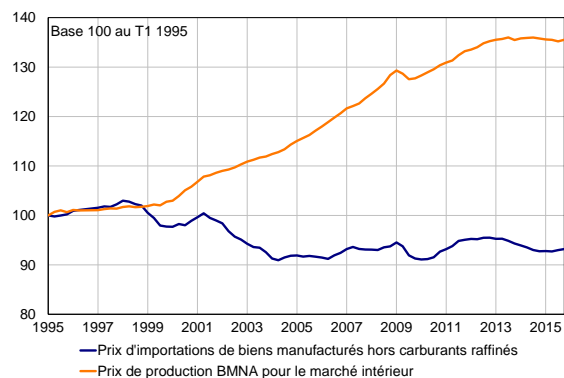


**Graphique 92 : déflateur des exportations de biens manufacturés et prix étranger de référence à l'exportation en évolution**

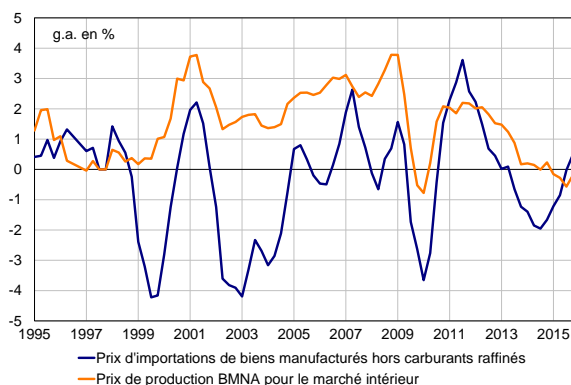


<sup>41</sup> Sur le champ des branches marchandes non-agricoles (BMNA) du marché intérieur.

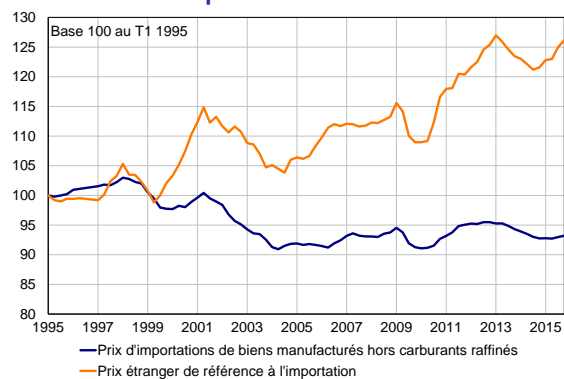
**Graphique 93 : déflateur des importations de biens manufacturés et prix de production pour le marché intérieur en niveau**



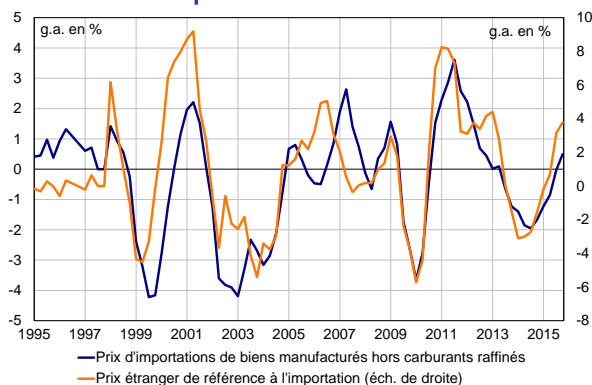
**Graphique 94 : déflateur des importations de biens manufacturés et prix de production pour le marché intérieur en évolution**



**Graphique 95 : déflateur des importations de biens manufacturés et prix étranger de référence à l'importation en niveau**



**Graphique 96 : déflateur des importations de biens manufacturés et prix étranger de référence à l'importation en évolution**



**Équation 11 : déflateur des exportations de biens manufacturés hors carburants raffinés**

$$\Delta \log PxX_{dimhc2} = \underset{(1,6)}{0,002} + \underset{(5,7)}{0,19} \Delta \log Petfx + \underset{(2,4)}{0,21} \Delta \log PxX_{dimhc2-1} - \underset{(-2,1)}{0,07} \left[ \log PxX_{dimhc2-1} - \left( \underset{(c)}{1 - 0,621} \log Petfx_{-1} + \underset{(*)}{0,621} \log PxProdMI_{-1} - \underset{(*)}{0,375\%} Tendance + \underset{(*)}{1,138} \right) \right]$$

Équation estimée par les MCO sur la période 1993T1-2012T4 :

$R^2 = 36,6 \%$   $SER = 0,57 \%$   $DW = 2,25$

$PxX_{dimhc2}$  : Prix d'exportations de biens manufacturés hors carburants raffinés.

$Petfx$  : Prix étranger de référence à l'exportation.

$PxProdMI$  : Prix de production BMNA pour le marché intérieur hors marges commerciales.

$Tendance$  : Tendance linéaire.

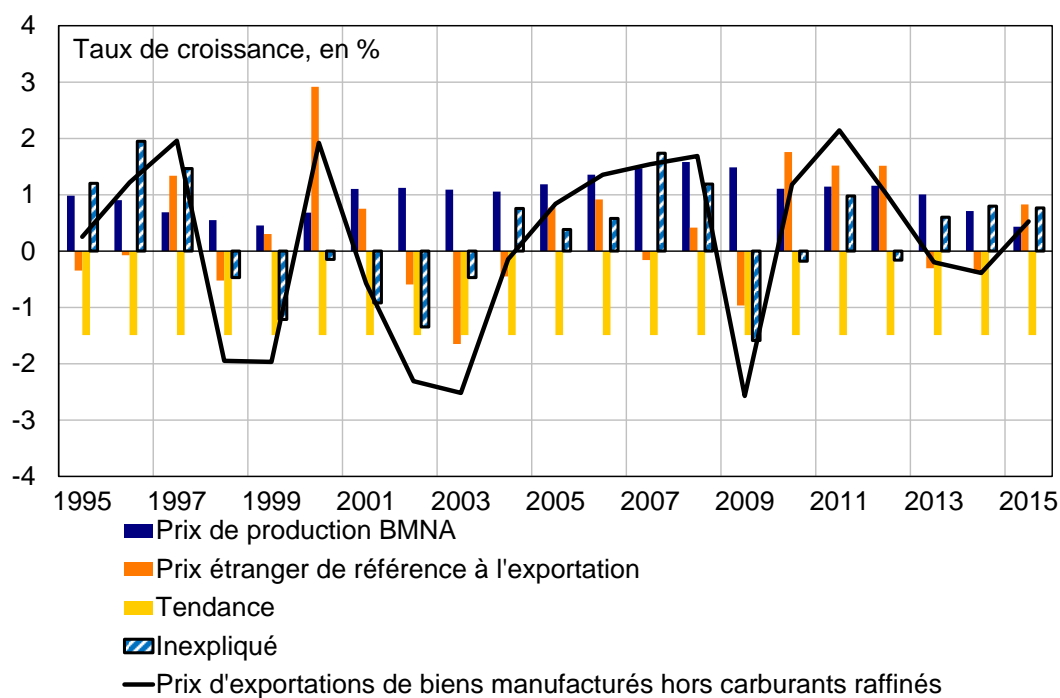
**Tableau 11 : élasticités du déflateur des exportations de biens manufacturés hors carburants raffinés à ses déterminants**

En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Prix de production BMNA (+1 %)	0,00	0,05	0,10	0,15	0,07	0,25	0,51	0,62
Prix étranger de référence à l'exportation (+1 %)	0,19	0,25	0,27	0,28	0,25	0,30	0,36	0,38

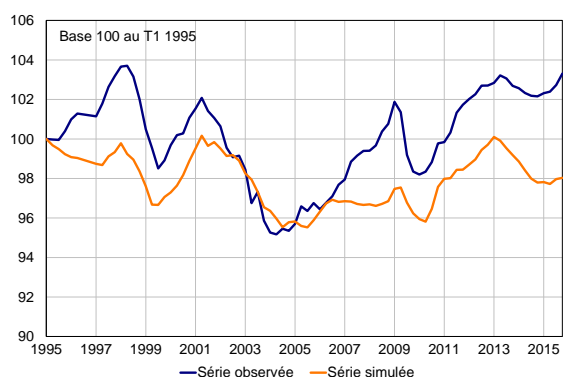
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

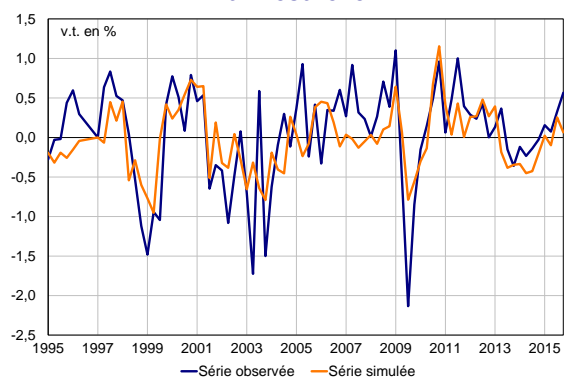
**Graphique 97 : évolution du déflateur des exportations de biens manufacturés et contribution des déterminants**



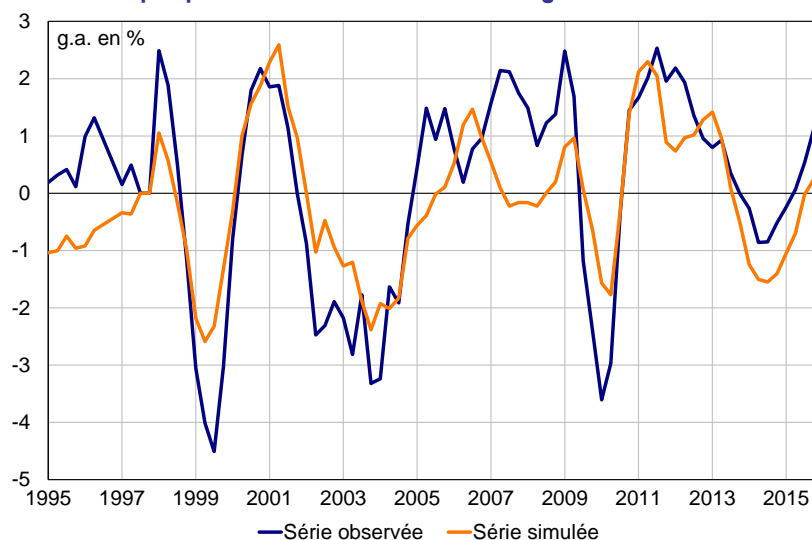
**Graphique 98 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 99 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 100 : observé et simulé en glissement annuel**



**Équation 12 : déflateur des importations de biens manufacturés hors carburants raffinés**

$$\Delta \log PxM_{dimhc2} = 0,001_{(1,0)} + 0,29_{(7,1)} \Delta \log Petfm + 0,32_{(4,8)} \Delta \log PxM_{dimhc2-1} - 0,06_{(-2,3)} \left[ \log PxM_{dimhc2-1} - \left( (1 - 0,325)_{(c)} \log Petfm_{-1} + 0,325_{(*)} \log PxProdMI_{-1} - 0,446\%_{(*)} \text{Tendance} + 1,885_{(*)} \right) \right]$$

Équation estimée par les MCO sur la période 1993T2-2012T4 :

$R^2 = 53,6 \%$     $SER = 0,48 \%$     $DW = 2,12$

$PxM_{dimhc2}$  : Prix d'importations de biens manufacturés hors carburants raffinés.

$Petfm$  : Prix étranger de référence à l'importation.

$PxProdMI$  : Prix de production BMNA pour le marché intérieur hors marges commerciales.

$Tendance$  : Tendance linéaire.

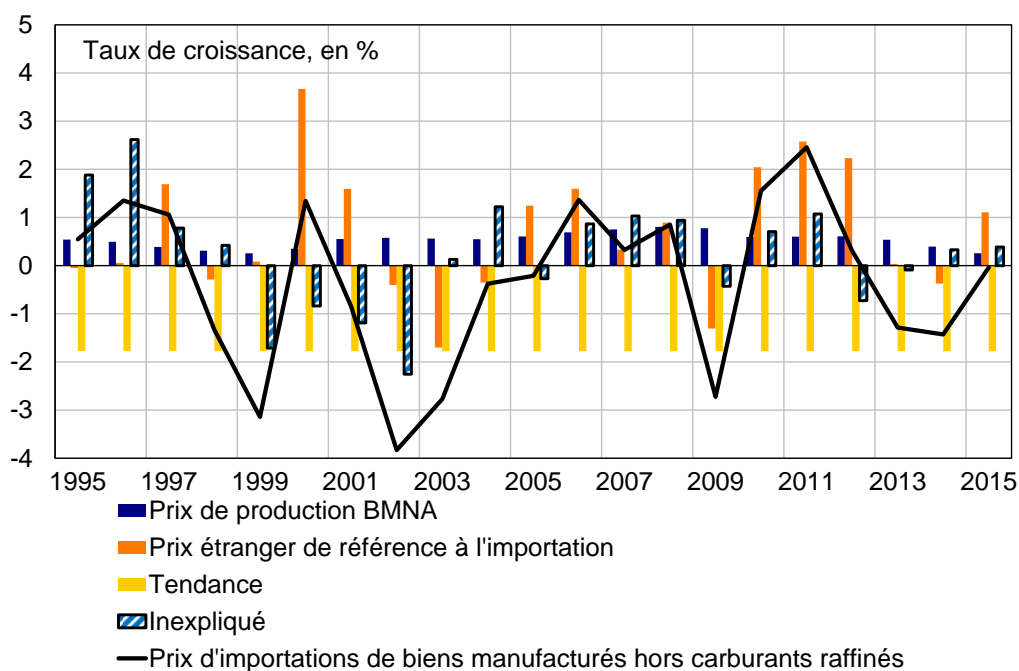
**Tableau 12 : élasticités du déflateur des importations de biens manufacturés hors carburants raffinés à ses déterminants**

En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Prix de production BMNA (+1 %)	0,00	0,02	0,04	0,07	0,03	0,12	0,26	0,32
Prix étranger de référence à l'importation (+1 %)	0,29	0,41	0,46	0,49	0,41	0,53	0,63	0,68

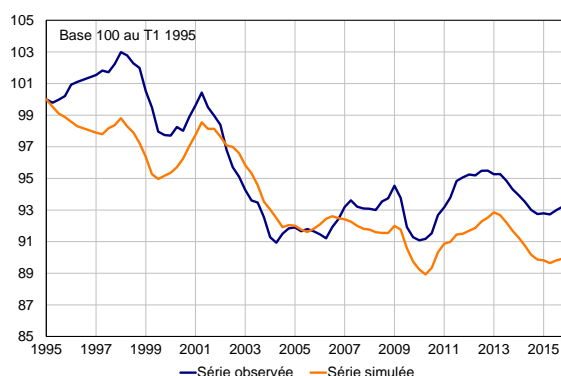
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

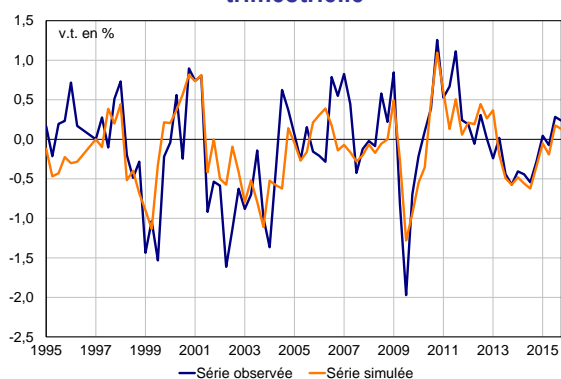
**Graphique 101 : évolution du déflateur des importations de biens manufacturés et contribution des déterminants**



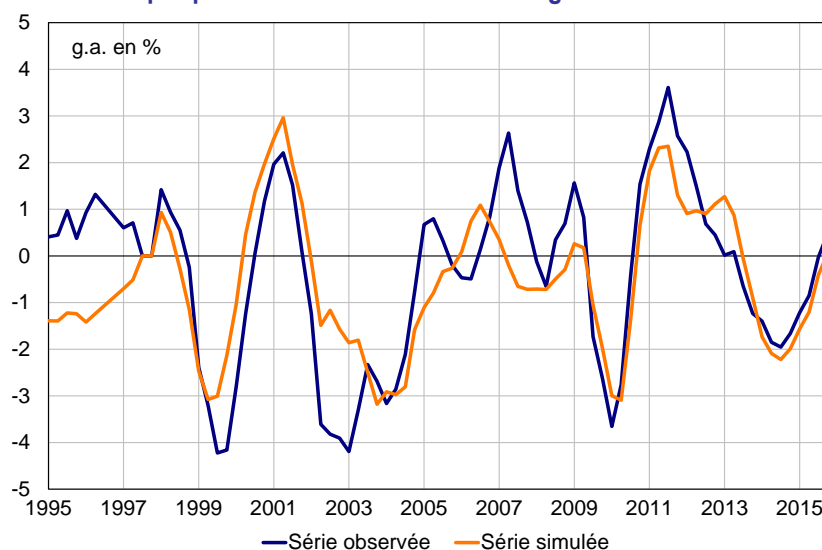
**Graphique 102 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 103 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 104 : observé et simulé en glissement annuel**



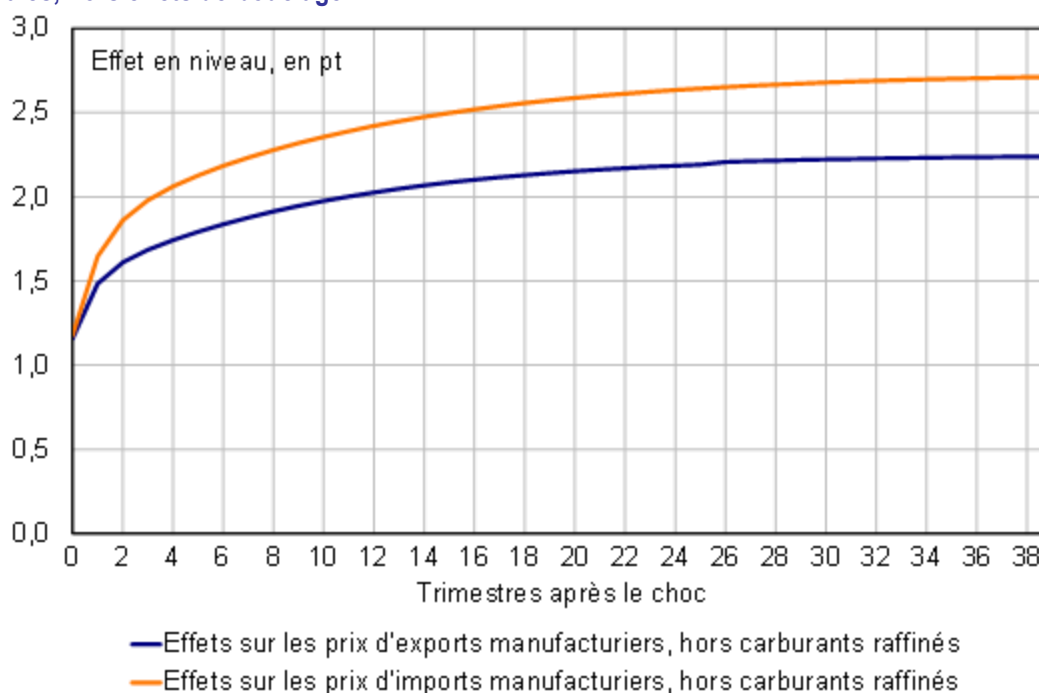


**Les deux équations ne retracent qu'imparfaitement les évolutions des déflateurs des échanges de biens manufacturés.** L'équation de prix d'exportations ne permet pas de reproduire le dynamisme observé avant la crise, la forte baisse de 2009, et suggère des prix d'exportations en forte baisse en fin de période. L'équation de prix d'importations présente de meilleures performances, mais ne capte que partiellement les fluctuations des prix d'imports.

**Les faibles performances de l'équation de prix d'exportations sont notamment liées aux imperfections des indicateurs de prix étrangers utilisés.** En effet, les déflateurs des exportations de 23 pays, utilisés pour calculer les prix étrangers de référence (voir annexe 5.3), portent sur le champ des biens et services. En particulier, ils contiennent donc comptablement des exportations de produits pétroliers dont les prix suivent de près le cours du baril. Cette caractéristique statistique introduit dans le prix étranger de référence une variabilité qui contribue vraisemblablement à dégrader la qualité de la modélisation. Par ailleurs, l'utilisation dans l'équation des prix de production (portant principalement sur des services) pour prévoir les prix des importations (portant principalement sur des biens) faute de partage plus précis constitue une fragilité supplémentaire.

**Les deux équations présentent des spécifications similaires, qui permettent une prise en compte symétrique et équilibrée des effets du change sur les déflateurs des échanges de biens manufacturés.** Le graphique ci-dessous présente les effets d'une dépréciation de l'euro de 10 % contre toutes monnaies sur les déflateurs des échanges de biens manufacturés. Dans le modèle *Opale*<sub>2017</sub>, cette dépréciation présente des effets similaires sur les deux déflateurs, et légèrement plus importants sur les prix d'importations.

**Graphique 105 : réponse des prix de commerce à une dépréciation de l'euro de 10 % contre toutes monnaies, hors effets de bouclage**



### 3.5. L'indice des prix à la consommation

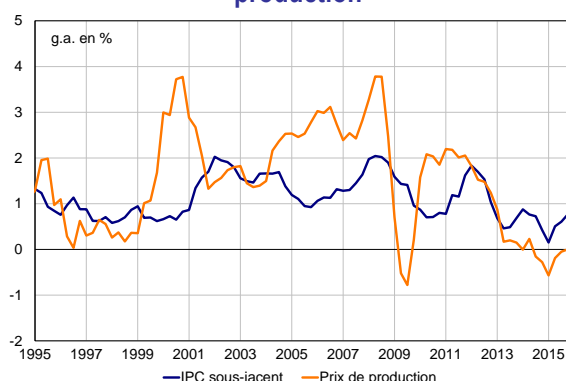
#### 3.5.1. L'indice des prix à la consommation sous-jacent

La modélisation de l'inflation sous-jacente<sup>42</sup> reste proche de la précédente version du modèle *Opale* et repose sur deux déterminants :

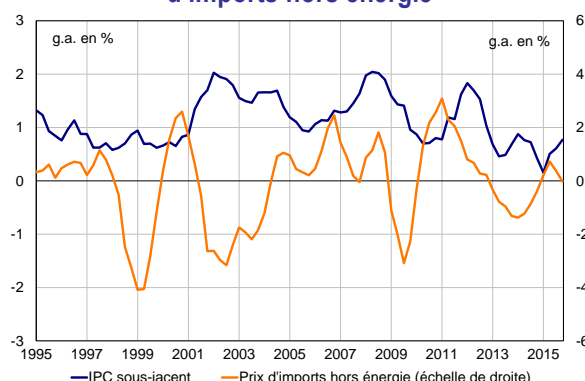
- Le **déflateur de la production des branches marchandes non agricoles pour le marché intérieur** reflète le prix des biens et services produits par des entreprises domestiques.
- Le **déflateur des importations hors énergie** reflète le prix des biens et services importés sur un champ proche de celui de l'inflation sous-jacente.

Une indicatrice à partir de 2005 est également employée de manière à en compte les **effets désinflationnistes des réformes successives de la loi Galland**<sup>43</sup> mais aussi les effets baissiers induits par un changement de pondération de l'IPC en 2005<sup>44</sup>. L'IPC sous-jacent correspond à l'IPC hors composante volatile (essentiellement constituée de l'énergie et de l'alimentaire frais), et contient essentiellement l'IPC produits manufacturés et l'IPC services<sup>45</sup>

Graphique 106 : inflation sous-jacente et prix de production



Graphique 107 : inflation sous-jacente et prix d'imports hors énergie



<sup>42</sup> La série d'IPC sous-jacent retenue dans *Opale*<sub>2017</sub> diffère de la série employée dans *Opale*<sub>2010</sub> et de celle de l'Insee. Ces deux séries sont corrigées des effets des mesures fiscales contrairement à celle employée dans le nouveau modèle. En particulier, dans *Opale*<sub>2017</sub>, les hausses (respectivement) les baisses de TVA contribuent à la hausse (resp. à la baisse) de l'inflation sous-jacente.

<sup>43</sup> L'article « Loi Galland et prix à la consommation » de la note de conjoncture de juin 2008 estime l'impact de ces réformes sur l'IPC sous-jacent à 0,7 point en cumulé entre le 4<sup>e</sup> trimestre 2004 et le premier trimestre 2008.

<sup>44</sup> Le poids de l'électronique grand public au sein des produits manufacturés a en effet fortement augmenté en 2005, ce qui a eu un impact déflationniste significatif sur l'IPC total.

<sup>45</sup> À l'exclusion des tarifs soumis à l'intervention de l'État, mais intégrant toutefois l'évolution de la fiscalité indirecte à la différence de l'indice calculé par l'Insee.

**Équation 13 : indice des prix à la consommation sous-jacent**

$$\Delta \log IPCSJ = \underset{(1,5)}{0,08\%} - \underset{(-2,7)}{0,18\%} Ind_{Galland} + \underset{(4,2)}{0,38} \Delta \log IPCSJ_{-1} \\ - \underset{(-5,3)}{0,07} \left[ \log IPCSJ_{-1} \right. \\ \left. - \left( \underset{(*)}{0,84} \log(PxProdMI)_{-1} + \underset{(c)}{(1 - 0,84)} \log(PxImportHNRJ)_{-1} \right) \right]$$

Équation estimée par les MCO sur la période 1991T1-2011T4 :

$R^2 = 70,7 \%$   $SER = 0,12 \%$   $DW = 2,24$

*IPCSJ* : Indice des prix à la consommation sous-jacent.

*Ind<sub>Galland</sub>* : Indicateur valant 1 à partir du 1<sup>er</sup> trimestre de 2005 en lien avec la mise en place des réformes de marges arrières.

*PxProdMI* : Prix de production pour le marché intérieur des branches marchandes non agricoles hors marges commerciales.

*PxImportHNRJ* : Prix des importations hors énergie<sup>46</sup>.

**Comme précédemment, la contrainte d'homogénéité est imposée à long terme.** Les coefficients estimés sont proches des poids respectifs de la production domestique et des importations dans la consommation et des coefficients de la précédente modélisation. La révision à la hausse du coefficient associé au prix des importations hors énergie (à 15 %) et à la baisse de celui associé au prix de production domestique (à 85 %) reflète la poursuite de la hausse de la part des importations dans les ressources. Par ailleurs, par rapport à la précédente modélisation, cette équation s'ajuste moins rapidement aux évolutions des prix de production, qui n'étaient plus significatifs dans le court terme, et n'apparaissent donc plus que dans le long terme.

**Tableau 13 : élasticités de l'inflation sous-jacente**

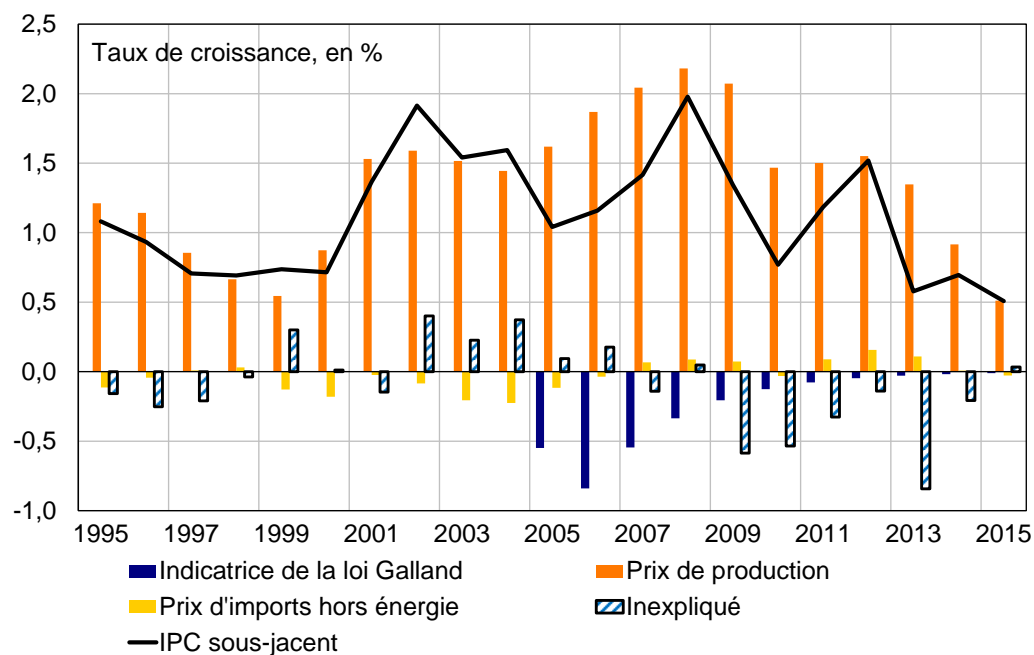
En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Prix de production BMNA (+1 %)	0,00	0,06	0,13	0,20	0,10	0,36	0,73	0,84
Prix des imports hors énergie (+1 %)	0,00	0,01	0,02	0,04	0,02	0,07	0,14	0,16

Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

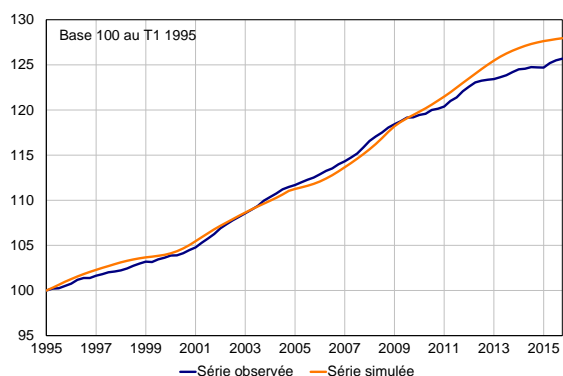
Sources : modèle *Opale*<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

<sup>46</sup> Déflateur des importations sur le champ total hors produits DE et C2.

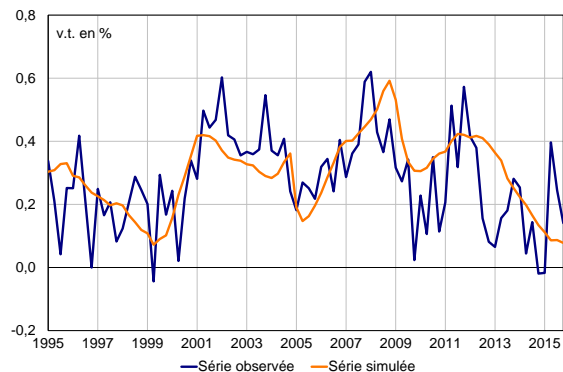
**Graphique 108 : évolution de l'inflation sous-jacente et contribution des déterminants**



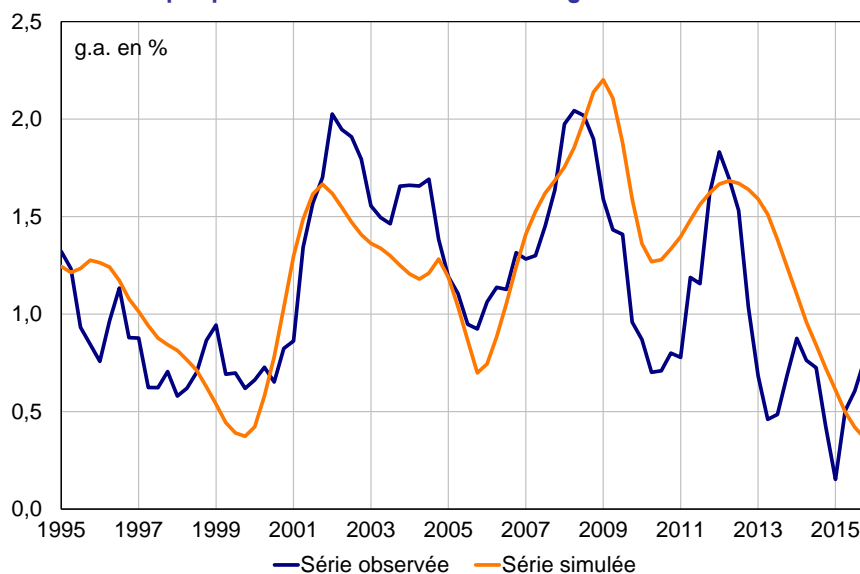
**Graphique 109 : observé et simulé en niveau**



**Graphique 110 : observé et simulé en variation trimestrielle**



**Graphique 111 : observé et simulé en glissement annuel**



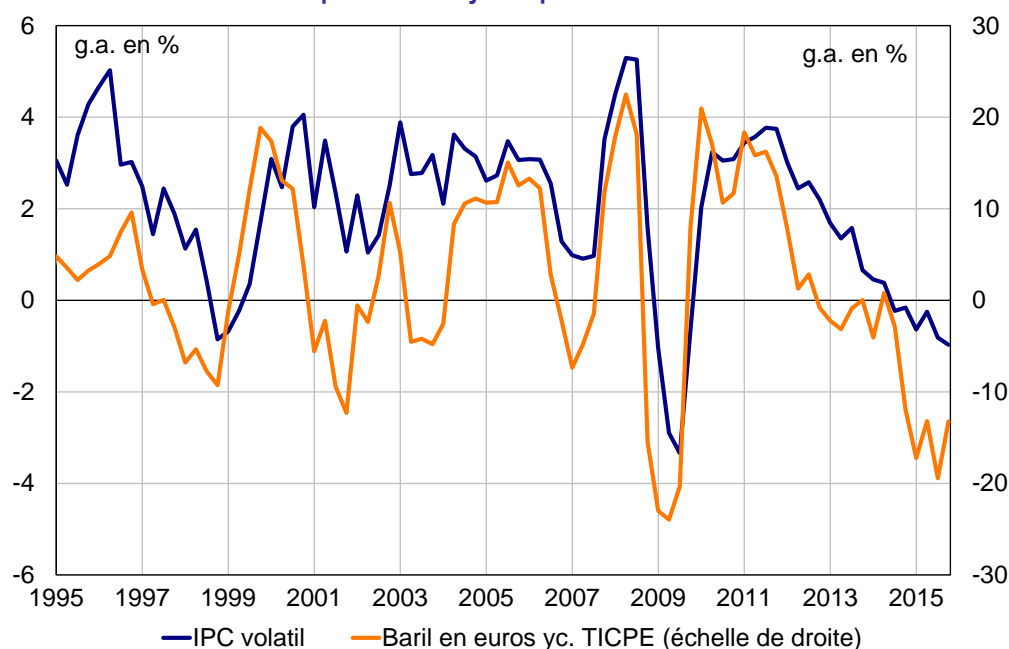
**Cette modélisation simple de l'inflation sous-jacente ne permet pas de capter finement les évolutions au trimestre le trimestre mais parvient à capter de façon satisfaisante les principales tendances de moyen-terme.** En fin de période toutefois, l'équation est moins performante et surestime systématiquement l'IPC sous-jacent. Une modélisation plus précise de l'inflation sous-jacente nécessiterait une décomposition plus fine des prix de production domestique de manière à s'approcher davantage du champ de l'inflation sous-jacente, distinguant *a minima* prix des produits manufacturés et prix des services. Par ailleurs, les données de comptabilité nationale ne permettent pas de distinguer dans les ressources (productions domestique et importations) la part consommée par les ménages du reste des emplois finals (exportations, investissement et consommations intermédiaires), ce qui peut conduire à un biais si les prix évoluent de manière distincte entre les différents emplois.

### 3.5.2. L'indice des prix à la consommation volatil

Comme pour la précédente version, le modèle *Opale*<sub>2017</sub> comporte une équation d'IPC volatil<sup>47</sup> de manière à construire des variantes réalistes intégrant les effets transitant par les prix du pétrole sur les prix à la consommation. Pour modéliser l'IPC volatil, il faudrait idéalement des variables reflétant à la fois le prix du pétrole et celui de l'alimentaire frais. En pratique, afin de ne pas complexifier le modèle, les prix de l'alimentaire frais ne sont pas modélisés. La modélisation de la part volatile de l'IPC repose donc sur une approximation de la composante énergétique via le **prix du baril en euros y compris TICPE** :

- **Prix du baril en euros taxé.** La composante énergétique, qui dépend essentiellement de la variation du prix du pétrole, explique l'essentiel des variations de la composante volatile des prix à la consommation. Elle est approchée par le prix du baril en euros majoré du montant de la taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques (TICPE) estimée pour un baril<sup>48</sup>.

**Graphique 112 : inflation volatile et prix du baril y compris TICPE**



<sup>47</sup> L'inflation volatile est définie dans la maquette *Opale* comme le complémentaire de l'inflation sous-jacente. L'inflation est ainsi une moyenne pondérée de l'inflation sous-jacente et volatile.

<sup>48</sup> La TICPE est une taxe assise sur les volumes et peut donc être exprimée pour un baril.

### Équation 14 : indice des prix à la consommation volatil

$$\begin{aligned} \Delta \log IPCVOL = & -0,003 + 0,17 \Delta \log IPCVOL_{-3} + 0,094 \Delta \log (Baril_{eu} + TICPE) \\ & \quad \quad \quad (-1,2) \quad \quad (2,1) \quad \quad \quad (8,2) \\ & + 0,032 \Delta \log (Baril_{eu} + TICPE)_{-2} \\ & \quad \quad \quad (2,7) \\ & - 0,15 \left[ \Delta \log IPCVOL_{-1} \right. \\ & \quad \quad \quad (-2,8) \\ & \quad \quad \quad \left. - \left( 0,004 Tend + 0,15 \Delta \log (Baril_{eu} + TICPE)_{-1} + 3,30 \right) \right] \\ & \quad \quad \quad (*) \quad \quad (*) \quad \quad (*) \end{aligned}$$

Équation estimée par les MCO sur la période 1996T1-2012T4 :

$R^2 = 58,8 \%$   $SER = 0,47 \%$   $DW = 1,84$

*IPCVOL* : IPC volatil.

*Baril\_eu* : Prix du baril de pétrole en euros courants.

*TICPE* : Montant de la TICPE applicable à un baril de pétrole.

**Tableau 14 : élasticité de l'inflation volatile au prix du baril y compris TICPE**

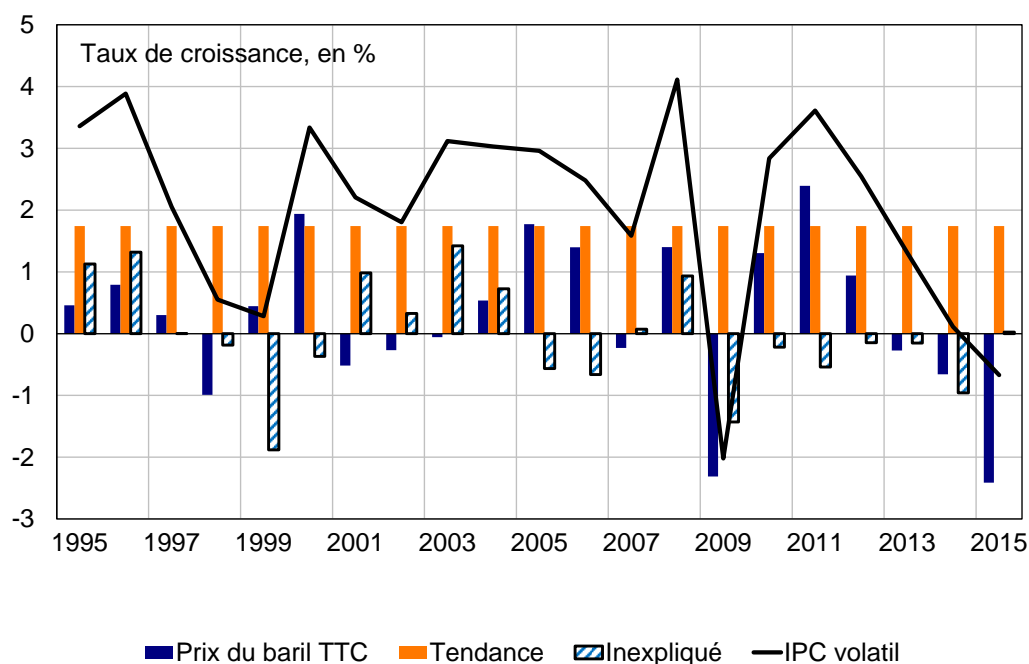
En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Prix du baril TTC (+1 %)	0,09	0,10	0,14	0,16	0,12	0,16	0,15	0,15

Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

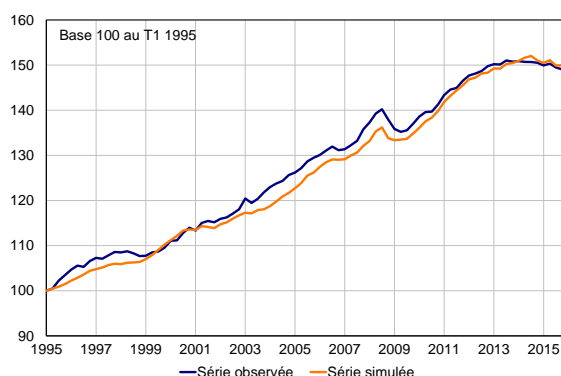
Sources : modèle *Opale*<sub>2017</sub>, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

À long terme et à court terme, l'IPC volatil intègre les variations du prix du baril et de la TICPE, en tenant compte du poids de l'énergie dans l'IPC volatil (20 %) dans le long terme. Par ailleurs une tendance linéaire permet de capter l'évolution du reste des composantes de l'IPC volatil.

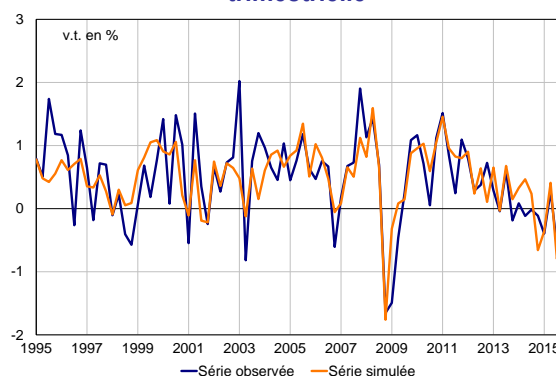
**Graphique 113 : évolution de l'inflation volatile et contribution des déterminants**



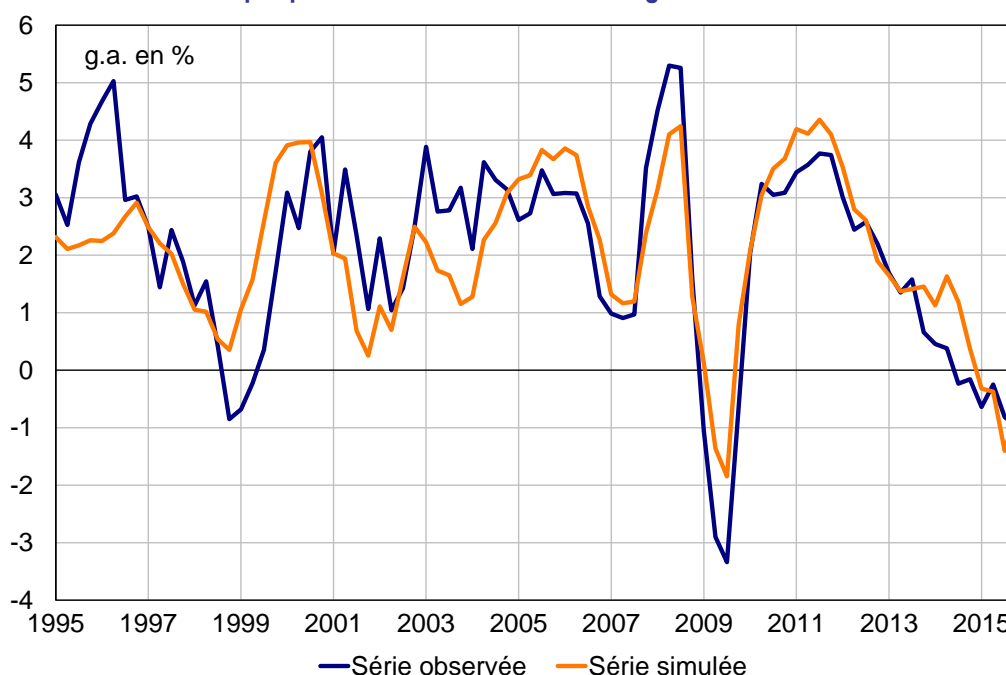
Graphique 114 : observé et simulé en niveau



Graphique 115 : observé et simulé en variation trimestrielle



Graphique 116 : observé et simulé en glissement annuel



Bien que la modélisation retenue ne repose pas sur l'ensemble des composantes de l'inflation volatile (en particulier l'alimentaire frais), **l'équation présente des propriétés satisfaisantes**. Les tests de racine unitaire suggèrent l'absence de racine unitaire dans le résidu de long terme, ce qui tend à valider la forme du long terme retenu.

**La relecture de l'évolution de l'inflation volatile grâce à cette équation montre que les variations du prix du pétrole expliquent l'essentiel des fluctuations de la série**, notamment en fin de période. Sur la période 2008-2011, l'évolution de la composante volatile des prix à la consommation reflète la chute du prix du baril — de plus de 120 \$ mi-2008 à 45 \$ début 2009 — puis son rebond à plus de 100 \$ en 2011. De la même façon, le ralentissement des prix de l'énergie explique l'essentiel du ralentissement de l'IPC volatil observé entre 2011 et 2015. Néanmoins, l'équation ne permet pas de capter les évolutions des autres composantes volatiles de l'inflation comme celles observées lors de la crise 2009.

## 4. Propriétés variantielles

La maquette *Opale* est utilisée avant tout à des fins de prévision à un horizon de deux ans. Elle est aussi sollicitée en variante pour expliquer les écarts entre la prévision et la réalisation (*post-mortem*) ou pour étudier des scénarios alternatifs. Il est donc nécessaire de présenter la réponse endogène du modèle à des chocs purement analytiques – c'est-à-dire sans tenir compte des effets de bouclage sur les autres exogènes du modèle.

La maquette *Opale* présente une modélisation minimale de la boucle prix-salaires, faiblesse qui est surmontée en prévision par le recours à des prévisions d'inflation externes au modèle. Pour établir un *post-mortem*, l'impact sur la croissance d'une appréciation de l'euro ou d'une hausse du baril non anticipées est en revanche évalué à partir de la seule maquette *Opale*. Les variantes change et pétrole doivent donc avoir des effets réalistes sur l'inflation et sur la croissance. En effet, un modèle dont les prix ne s'ajusteraient pas assez vite à ces chocs conduirait à retarder le retour à l'équilibre des variables réelles et donc à surestimer les conséquences réelles de chocs purement nominaux. Ce point importe particulièrement pour la variante change.

De plus, la maquette considère comme exogènes les composantes du RDB des ménages autres que la masse salariale du secteur marchand (masse salariale publique, revenu mixte des EI, EBE des ménages purs, prestations sociales, revenus de la propriété, impôt sur le revenu et cotisations sociales). En prévision, ces autres composantes sont prévues hors modèle à l'aide de variables modélisées (inflation, valeur ajoutée, taux d'intérêt) et des hypothèses d'évolution des finances publiques. Afin de reproduire le caractère endogène de ces composantes en variante, ces dernières sont modélisées à partir d'un bloc spécifique détaillé dans la partie 4.1 ci-après<sup>49</sup>.

Dans la suite de cette partie, quatre chocs sont présentés (taux de change, demande mondiale, prix du pétrole, demande publique). Le choc considéré se produit au 1<sup>er</sup> trimestre 2016 (prix du baril à 44 \$ soit 31 €). Les tableaux présentent la réponse du modèle en niveau année après année, de la première à la troisième année après le choc. À mesure que l'on s'éloigne de la date du choc, les résultats doivent être considérés avec prudence, l'équilibre de long terme du modèle n'étant pas bien défini à la différence de modèles comme *Mésange*<sup>50</sup>.

### 4.1. Bloc de simulation du revenu disponible des ménages

Cette partie a pour but de détailler la manière dont est simulée la réponse endogène des composantes du revenu des ménages autres que la masse salariale des branches marchandes non agricoles lors d'un des chocs simulés en variante.

En effet, lors d'un exercice de prévision, seule la masse salariale marchande non agricole (soit moins de la moitié du RDB, cf. tableau 15) est modélisée à l'aide d'une équation d'emploi et d'une équation de salaire. Les autres composantes du revenu sont prévues hors modèle et sont considérées comme exogènes par la maquette *Opale*. Pour les variantes, ces composantes sont endogénéisées, à l'aide d'équations ou à l'aide de coefficients techniques (cf. tableau 15 et équation 15 et 16).

<sup>49</sup> Des maquettes comme *Mésange* comportent des mécanismes analogues.

<sup>50</sup> C'est notamment lié à l'absence dans *Opale* d'un ajustement de la demande de travail à son coût.



**Tableau 15 : composantes du revenu disponible brut des ménages en 2015**

	Valeur (Md€)	Poids (en %)	Modélisation
Masse salariale des branches agricoles	7	1	coef. technique sur la VA AZ
Masse salariale BMNA	592	44	équations d'emploi et de SMPT
Masse salariale des branches non marchandes	229	17	exogène en termes réels <sup>51</sup>
EBE des ménages purs et masse salariale des autres branches	312	23	coef. technique sur la masse salariale BMNA
Impôt sur le revenu et le patrimoine	-216	-16	équation 16
Cotisations sociales salariés et non salariés	-152	-11	coef. technique sur la masse salariale BMNA
Prestations sociales en espèces	477	35	équation 15
Revenus nets de la propriété	109	8	coef. technique sur le PIB en valeur
Autres	0	0	exogène
<b>RDB</b>	<b>1 352</b>	<b>100</b>	

Sources : comptabilité annuelle de l'Insee, calculs des auteurs.

Note : maquette *Opale*<sub>2017</sub> avec composantes du RDB autres que la masse salariale BMNA.

### Équation 15 : Prestations sociales en espèces

$$\begin{aligned}
 \Delta \ln Presta_{(*)} = & 1,23 + 17,4\% \times \mathbb{I}_{T2} \frac{\frac{1}{3}IPC_{-1} + IPC_{-2} + IPC_{-3} + IPC_{-4} + \frac{2}{3}IPC_{-5}}{\frac{1}{3}IPC_{-5} + IPC_{-6} + IPC_{-7} + IPC_{-8} + \frac{2}{3}IPC_{-9}} \\
 & + 64,7\% \times \mathbb{I}_{T4} \frac{\frac{1}{3}IPC_{-1} + IPC_{-2} + IPC_{-3} + IPC_{-4} + \frac{2}{3}IPC_{-5}}{\frac{1}{3}IPC_{-5} + IPC_{-6} + IPC_{-7} + IPC_{-8} + \frac{2}{3}IPC_{-9}} \\
 & + 7,2\% \times \left( 0,5\Delta \ln IPC_{(c)} + 0,5\Delta \ln SMPT_{(c)} - 4,0\Delta \ln EMPS_{BMNA1(c)} \right) \\
 & - 0,11_{(*)} \left[ \ln Presta_{-1} - 0,009 Tend_{-1} \right]_{(*)}
 \end{aligned}$$

- $EMPS_{BMNA1}$  : Emploi salarié des branches marchandes non agricoles.
- $SMPT$  : Salaire moyen par tête des branches marchandes non agricoles.
- $IPC$  : Indice des prix à la consommation.
- $Tend$  : tendance linéaire.
- $Presta$  : Prestations sociales en espèces.

<sup>51</sup> La masse salariale des branches non marchandes est construite à partir de l'IPC et d'une grandeur exogène contrôlée par le modélisateur. Par ailleurs, la valeur ajoutée non marchande en volume évolue comme la masse salariale publique en termes réels. La masse salariale des branches non marchandes évolue ainsi en lien avec les prix et le volume d'activité des branches non marchandes.

L'évolution des prestations dépend de nombreux paramètres législatifs ou démographiques absents du modèle. Dans le cadre de l'étude des propriétés variantielles du modèle *Opale*, seuls les effets des règles d'indexation et des effets de l'emploi sur les prestations de chômage ont été modélisés. Cette équation est donc calibrée de manière à reproduire les effets des règles d'indexation des prestations de retraite et les élasticités apparentes des prestations de chômage à l'emploi, aux salaires et au prix. Enfin, l'équation tient compte des poids respectifs dans le total des prestations (pour l'année 2015) des prestations chômage (7,2 %), des prestations de retraites dont la réévaluation intervient en milieu (17,4 %) ou en fin d'année (64,7 %).

#### Équation 16 : Impôt sur le revenu et le patrimoine

$$\Delta \ln D5 = \underset{(-0,9)}{-0,007} + \underset{(2,6)}{2,10} \Delta \ln B6act_{-4} + \underset{(5,7)}{0,22} \Delta Indicatrice1998q1 - \underset{(-6,6)}{0,67} \left[ \ln D5_{-1} - \left( \underset{(*)}{-2,20} + (\ln B6act_{-4})_{-1} + \underset{(*)}{0,28} Indicatrice1998q1 + \underset{(*)}{0,49\%} Trend1998 \right) \right]$$

Équation estimée sur la période 1990T1-2011T2.

$$R^2 = 44,8 \%, \quad SER = 3,82 \%, \quad DW = 2,12$$

- *D5* : Impôts sur le revenu et le patrimoine.
- *B6act<sub>-4</sub>* : Revenus d'activité avec retardé de 4 trimestres.
- *Indicatrice1998q1* : variables indicatrices captant la substitution de la CSG aux cotisations d'assurance maladie.
- *Trend1998* : Tendance haussière avant 1998.

À long terme, les impôts sur le revenu (y compris CSG) et le patrimoine sont indexés sur les revenus d'activité perçus un an auparavant (pour capter le décalage entre l'année de l'assiette et l'année du paiement), avec une rupture et une tendance coudée à partir de 1998 pour prendre en compte la substitution de la CSG aux cotisations maladie.

#### 4.2. Méthodologie sous-jacente à l'élaboration du cahier de variantes

La construction du cahier de variante se déroule en trois étapes : la construction d'un sentier de croissance régulier, l'application d'un choc sur l'une des grandeurs exogènes du modèle et la comparaison des deux trajectoires.

Les propriétés d'homogénéité statique du modèle *Opale* permettent la réalisation d'un sentier de croissance équilibré dans lequel l'ensemble de l'économie croît de manière régulière en volume, valeur et prix, sans déformation de la structure de l'économie. Dans le cadre de la réalisation du présent document de travail, l'ensemble des variables exogènes homogènes à des volumes (demande mondiale, demande publique, etc.) a été prolongé au-delà du 1<sup>er</sup> trimestre 2016 à un rythme annuel de 2 %. Les variables de prix (prix et coût unitaires étrangers, prix du pétrole, etc.) ont également été prolongées suivant un rythme annuel de 2 %. Les variables d'emploi (population active en particulier) sont quant à elles prolongées à un rythme annuel de 0,7 % compatible avec l'hypothèse de croissance en volume et de la tendance de productivité présente dans l'équation d'emploi marchand. Les taux de changes bilatéraux ont quant à eux été maintenus constants.

Une fois ce scénario standard construit pour l'ensemble des variables, la trajectoire de croissance est simulée en l'absence de résidus dans les équations de comportements. L'économie est ainsi prolongée à long terme suivant un sentier de croissance régulier cohérent avec le modèle *Opale* et appelé scénario de référence.

Pour la réalisation de variante, la trajectoire de croissance est recalculée après avoir modifié l'une ou plusieurs variables exogènes du scénario de référence (par exemple le prix du baril en dollar) en ajoutant un choc d'une ampleur et à une date déterminées par le modélisateur. La nouvelle trajectoire de croissance obtenue, appelée variante, permet d'identifier, par comparaison aux scénarios de référence les effets de la diffusion du choc exogène sur l'économie tels que modélisés par le modèle *Opale*.

Les tableaux de résultats ci-dessous des quatre variantes considérées (taux de change, demande mondiale, prix du pétrole, investissement public) présentent les différences en niveau entre la variante et le scénario de référence.

Remarque : le choix de la date (1<sup>er</sup> trimestre 2016 dans le cas présent) à laquelle est appliqué le choc exogène influence le résultat des variantes, en raison de la variation du poids des différentes composantes du PIB. Par exemple, l'effet d'un choc de demande mondiale dépendra du poids des exportations dans le PIB (qui a progressé de plus d'environ 4 % entre 2010 et 2015) à la date du choc.

### 4.3. Hausse de 1 % de la demande mondiale adressée à la France

Tableau 16 : principaux résultats de la variante demande mondiale

	1 <sup>ère</sup> année				1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>ème</sup> année	3 <sup>ème</sup> année
	T1	T2	T3	T4	MA	MA	MA
En écart au compte central, en pt							
<b>Fiche PIB</b>							
PIB en volume	0,13	0,17	0,21	0,22	0,18	0,27	0,32
<i>dont contributions en niveau</i>							
Demande intérieure finale hors stocks en volume	0,03	0,06	0,09	0,10	0,07	0,14	0,16
Variations de stocks en volume	0,00	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,02
Commerce extérieur en volume	0,10	0,08	0,06	0,07	0,08	0,10	0,13
<b>Volumes</b>							
Consommation des ménages en volume	0,02	0,05	0,07	0,10	0,06	0,13	0,17
Consommation publique en volume	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formation brute de capital fixe en volume	0,09	0,15	0,22	0,25	0,18	0,31	0,36
<i>dont FBCF des entreprises non financières</i>	0,15	0,25	0,33	0,38	0,28	0,45	0,50
Exportations totales en volume	0,68	0,76	0,82	0,87	0,78	0,93	0,97
Importations totales en volume	0,33	0,47	0,58	0,61	0,50	0,58	0,52
Importations de matières premières énergétiques en volume	0,00	0,01	0,03	0,06	0,02	0,10	0,15
Valeur ajoutée BMNA en volume	0,17	0,23	0,27	0,29	0,24	0,35	0,41
<b>Déflateurs</b>							
Délateur du PIB	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,02	-0,03
Délateur de la consommation des ménages	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01
Délateur de la formation brute de capital fixe	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	-0,03	-0,03
Délateur des exportations totales	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02
Délateur des importations totales	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,02
<b>Prix</b>							
IPC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01
IPC sous-jacent	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,02
IPC volatile	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Commerce extérieur</b>							
Balance commerciale (biens et services), en Md€	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7
Balance commerciale (biens manufacturés), en Md€	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5
Balance commerciale (matières premières), en Md€	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Marché du travail</b>							
Emploi salarié BMNA	0,02	0,06	0,09	0,11	0,07	0,17	0,23
Taux de chômage	-0,02	-0,05	-0,07	-0,09	-0,06	-0,13	-0,18
Salaire moyen par tête	0,06	0,07	0,08	0,09	0,08	0,12	0,14
Masse salariale BMNA	0,08	0,13	0,17	0,20	0,15	0,28	0,37
<b>Comptes des secteurs institutionnels</b>							
Revenu disponible brut des ménages	0,05	0,08	0,10	0,12	0,09	0,13	0,17

Sources : comptes trimestriels (Insee), modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs.

Une augmentation durable de 1 % de la demande mondiale de biens adressée à la France se traduit par un surcroît immédiat d'exportations de 0,7 pt dès le premier trimestre et de 0,9 pt au bout de deux ans. Dans le modèle *Opale*, à court terme, un surcroît de demande se traduit par une augmentation de la production et de la valeur ajoutée des branches marchandes non agricoles.

Cette hausse de l'activité externe se transmet ensuite au reste de l'économie : l'investissement augmente (notamment celui des entreprises) et l'emploi dans le secteur marchand s'ajuste progressivement. Cela induit une hausse de la productivité qui se diffuse avec retard aux salaires. La hausse du revenu disponible brut des ménages, dont le pouvoir d'achat s'accroît, entraîne la consommation dans son sillage. Enfin, les importations augmentent également en raison du surplus général d'activité économique, ce qui limite l'amélioration du solde commercial permise par la hausse des exportations.

Dans le modèle, un choc de demande ne se traduit pas par une hausse des prix mais implique un effet légèrement désinflationniste. Cela montre les difficultés du modèle à modéliser les prix d'offre<sup>52</sup>.

---

<sup>52</sup> La prévision d'inflation est réalisée avec d'autres outils : une approche macro-sectorielle de la boucle prix-salaires (cf. De Loubens et Thornary (2010)) combinée à une expertise micro-sectorielle.

#### 4.4. Hausse de 10 % de l'euro vis-à-vis des autres monnaies

Tableau 17 : principaux résultats de la variante change

En écart au compte central, en pt	1 <sup>ère</sup> année				1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>ème</sup> année	3 <sup>ème</sup> année
	T1	T2	T3	T4	MA	MA	MA
<b>Fiche PIB</b>							
PIB en volume	0,01	-0,09	-0,19	-0,29	-0,14	-0,48	-0,68
<i>dont contributions en niveau</i>							
Demande intérieure finale hors stocks en volume	0,01	0,00	-0,04	-0,09	-0,03	-0,19	-0,31
Variations de stocks en volume	0,00	0,00	-0,02	-0,06	-0,02	-0,09	-0,07
Commerce extérieur en volume	0,00	-0,09	-0,13	-0,15	-0,09	-0,19	-0,30
<b>Volumes</b>							
Consommation des ménages en volume	0,01	0,02	0,00	-0,03	0,00	-0,12	-0,24
Consommation publique en volume	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formation brute de capital fixe en volume	0,01	-0,06	-0,18	-0,31	-0,14	-0,61	-0,86
dont FBCF des entreprises non financières	0,01	-0,13	-0,32	-0,55	-0,25	-1,02	-1,39
Exportations totales en volume	0,00	-0,48	-0,87	-1,19	-0,63	-1,71	-2,14
Importations totales en volume	0,01	-0,18	-0,42	-0,67	-0,32	-1,01	-1,08
Importations de matières premières énergétiques en volume	0,00	0,15	0,26	0,33	0,19	0,41	0,41
Valeur ajoutée BMNA en volume	0,01	-0,11	-0,25	-0,38	-0,18	-0,62	-0,88
<b>Déflateurs</b>							
Déflateur du PIB	0,00	0,01	-0,04	-0,07	-0,02	-0,19	-0,33
Déflateur de la consommation des ménages	-0,12	-0,15	-0,22	-0,27	-0,19	-0,36	-0,47
Déflateur de la formation brute de capital fixe	-0,20	-0,32	-0,41	-0,47	-0,35	-0,64	-0,81
Déflateur des exportations totales	-0,87	-1,14	-1,25	-1,33	-1,15	-1,47	-1,66
Déflateur des importations totales	-1,16	-1,60	-1,77	-1,90	-1,61	-2,04	-2,22
<b>Prix</b>							
IPC	-0,12	-0,15	-0,22	-0,27	-0,19	-0,36	-0,47
IPC sous-jacent	0,00	-0,02	-0,06	-0,11	-0,05	-0,24	-0,44
IPC volatile	-0,31	-0,33	-0,46	-0,51	-0,40	-0,53	-0,52
<b>Commerce extérieur</b>							
Balance commerciale (biens et services), en Md€	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,1	-0,5
Balance commerciale (biens manufacturés), en Md€	0,2	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,2	-0,5
Balance commerciale (matières premières), en Md€	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7
<b>Marché du travail</b>							
Emploi salarié BMNA	0,00	-0,01	-0,05	-0,10	-0,04	-0,24	-0,44
Taux de chômage	0,00	0,01	0,04	0,08	0,03	0,19	0,35
Salaire moyen par tête	-0,03	-0,14	-0,21	-0,30	-0,17	-0,47	-0,68
Masse salariale BMNA	-0,03	-0,15	-0,26	-0,40	-0,21	-0,70	-1,12
<b>Comptes des secteurs institutionnels</b>							
Revenu disponible brut des ménages	-0,04	-0,12	-0,20	-0,31	-0,17	-0,47	-0,69

Sources : comptes trimestriels (Insee), modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs.

Une appréciation durable de l'euro vis-à-vis des autres monnaies pèse sur l'activité de la France en premier lieu au travers de la dégradation de sa compétitivité à l'exportation.

Dans ce scénario, l'appréciation de l'euro de 10 % vis-à-vis des autres monnaies se traduit par une baisse des prix étrangers<sup>53</sup> du point de vue domestique. Néanmoins, l'effet ressenti dépend du poids relatif des pays n'ayant pas comme monnaie l'euro dans nos échanges extérieurs. Ainsi, de façon à rester compétitif sur les marchés hors zone euro, les exportateurs peuvent être contraints d'ajuster leur prix de manière à neutraliser l'effet du change<sup>54</sup>. De même, les acteurs domestiques devront ajuster leur prix sur le marché domestique pour faire face à une concurrence accrue des importations en provenance de pays extérieurs à la zone euro devenues plus compétitive du fait de l'appréciation de l'euro.

La dégradation de la compétitivité externe de la France provoque ainsi une baisse rapide des exportations domestiques et une forte dégradation des performances à l'exportation. L'effet négatif de la baisse du solde commercial entraîne une baisse de l'activité. Cette détérioration entraîne une baisse de la productivité qui se traduit par une baisse du salaire moyen dans le secteur marchand ainsi que des destructions d'emploi. La baisse de la masse salariale et du RDB des ménages qui en découle est en partie seulement compensée par la baisse des prix liée à la baisse des prix d'importations (notamment des prix d'énergie via la baisse du baril en euros). Cela se traduit donc par une baisse de la consommation des ménages qui accentue les effets de la dégradation du commerce extérieur. L'investissement des entreprises ralentit également dans le sillage de la valeur ajoutée.

À plus long terme, le ralentissement des prix et des coûts salariaux conduit à la stabilisation des indicateurs de compétitivité externe de la France et ainsi limite la dégradation du solde commercial.

Il s'agit d'une variante analytique ne prenant pas en compte le bouclage par la demande mondiale ni l'ajustement des prix étrangers en devise locale. Par ailleurs, cette variante n'intègre pas les effets de l'appréciation de l'euro sur le reste des pays de la zone euro. En effet, comme pour la France, l'activité des pays de la zone euro décélère et la demande mondiale adressée à la France en pâtit. Aux effets négatifs de pertes de compétitivité à l'export s'ajouterait alors une réduction des débouchés. Les effets réels sur la croissance seraient alors majorés. De plus, les exportateurs européens sont amenés à diminuer leurs prix pour rester compétitifs sur les marchés extra-européens : la variante analytique décrite ici modélise cet effet pour les exportateurs français car les prix d'exportations sont endogènes mais pas pour nos partenaires commerciaux ; ainsi, la France gagne en compétitivité vis-à-vis de ses concurrents européens, ce qui minimise d'autant l'impact négatif de cette appréciation avec la spécification des exportations de produits manufacturés retenues dans *Opale*.

---

<sup>53</sup> Les prix étrangers sont directement construits dans le modèle *Opale* à partir de données de commerce bilatéral (change et prix) sur la base d'un échantillon de 23 pays (cf. annexe 5.3).

<sup>54</sup> Compte tenu du poids de la zone euro dans les exportations (respectivement des importations), le prix étranger de référence à l'exportation (resp. à l'importation) diminue de 5,5 % (resp. 3,8 %). Ces baisses conduisent à une dégradation des indicateurs de compétitivité-coût et compétitivité-prix employés pour la modélisation du commerce extérieur.

## 4.5. Hausse permanente du prix du baril de 20 \$

Tableau 18 : principaux résultats de la variante pétrole

En écart au compte central, en pt	1 <sup>ère</sup> année				1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>ème</sup> année	3 <sup>ème</sup> année
	T1	T2	T3	T4	MA	MA	MA
<b>Fiche PIB</b>							
PIB en volume	-0,03	-0,06	-0,08	-0,10	-0,06	-0,16	-0,23
<i>dont contributions en niveau</i>							
Demande intérieure finale hors stocks en volume	-0,04	-0,10	-0,13	-0,17	-0,11	-0,23	-0,29
Variations de stocks en volume	0,00	-0,01	-0,02	-0,03	-0,02	-0,03	-0,03
Commerce extérieur en volume	0,02	0,05	0,08	0,10	0,06	0,11	0,09
<b>Volumes</b>							
Consommation des ménages en volume	-0,06	-0,15	-0,19	-0,24	-0,16	-0,34	-0,44
Consommation publique en volume	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formation brute de capital fixe en volume	-0,05	-0,10	-0,14	-0,18	-0,12	-0,25	-0,33
<i>dont FBCF des entreprises non financières</i>	-0,03	-0,06	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,08
Exportations totales en volume	0,00	-0,03	-0,07	-0,11	-0,05	-0,24	-0,41
Importations totales en volume	-0,05	-0,19	-0,30	-0,40	-0,23	-0,59	-0,74
Importations de matières premières énergétiques en volume	0,00	-0,62	-1,11	-1,51	-0,81	-2,30	-2,97
Valeur ajoutée BMNA en volume	-0,03	-0,08	-0,10	-0,13	-0,08	-0,21	-0,30
<b>Déflateurs</b>							
Délateur du PIB	-0,06	-0,13	0,04	0,10	-0,02	0,31	0,55
Délateur de la consommation des ménages	0,56	0,63	0,91	1,06	0,79	1,21	1,39
Délateur de la formation brute de capital fixe	0,31	0,46	0,58	0,69	0,51	0,94	1,16
Délateur des exportations totales	0,53	0,80	0,90	1,00	0,81	1,18	1,41
Délateur des importations totales	1,86	2,56	2,72	3,00	2,53	3,13	3,34
<b>Prix</b>							
IPC	0,56	0,63	0,91	1,06	0,79	1,21	1,39
IPC sous-jacent	0,00	0,03	0,09	0,16	0,07	0,37	0,69
IPC volatile	1,41	1,54	2,13	2,39	1,87	2,46	2,41
<b>Commerce extérieur</b>							
Balance commerciale (biens et services), en Md€	-2,3	-2,9	-2,9	-3,1	-2,8	-3,0	-3,0
Balance commerciale (biens manufacturés), en Md€	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1
Balance commerciale (matières premières), en Md€	-1,9	-2,6	-2,6	-2,9	-2,5	-2,9	-3,0
<b>Marché du travail</b>							
Emploi salarié BMNA	0,00	-0,02	-0,03	-0,04	-0,02	-0,08	-0,15
Taux de chômage	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02	0,07	0,12
Salaire moyen par tête	0,15	0,41	0,53	0,70	0,45	0,87	1,04
Masse salariale BMNA	0,15	0,39	0,50	0,65	0,42	0,79	0,89
<b>Comptes des secteurs institutionnels</b>							
Revenu disponible brut des ménages	0,18	0,32	0,44	0,65	0,40	0,69	0,84

Sources : comptes trimestriels (Insee), modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs.



Un choc positif sur le prix du pétrole entraîne un transfert de richesse de l'économie nationale vers le reste du monde, car la France est importatrice nette de produits pétroliers. Dans le modèle *Opale*<sub>2017</sub>, une hausse permanente du prix du baril de 20 \$<sup>55</sup> provoque ainsi une contraction de l'activité d'environ 0,1 pt de PIB en moyenne annuelle au bout d'un an et d'environ ¼ pt au bout de trois ans. Cet effet récessif transite principalement par un choc de demande négatif en réaction à l'augmentation des prix.

À très court terme, la hausse du prix du pétrole entraîne une augmentation des prix des importations et tire à la hausse l'IPC volatile. Dans un second temps, elle se transmet au reste de l'économie, à mesure que les secteurs directement touchés répercutent la hausse des coûts de leurs consommations intermédiaires sur leurs prix de vente, ce qui tire à la hausse l'IPC sous-jacent. L'effet sur le déflateur du PIB est négatif sur les deux premiers trimestres tant que les entreprises n'ont pas le temps d'ajuster les prix de leur production (une production stable en volume et en prix et une baisse de la valeur ajoutée conduit mécaniquement à une baisse du déflateur de la valeur ajoutée). Il est ensuite positif avec l'ajustement des prix.

Cet ajustement des prix affecte à la baisse les différents postes de la demande finale et donc l'activité. La valeur ajoutée des entreprises non financières se réduit sous l'effet de la hausse des prix des consommations intermédiaires pétrolières puis, après effets de bouclage, de la hausse des prix des autres consommations intermédiaires, ce qui entraîne une baisse de l'investissement. Le pouvoir d'achat du revenu disponible brut des ménages est affaibli par la hausse de la facture énergétique et, après bouclage, des autres biens et services, en dépit de salaires plus dynamiques et de prestations sociales davantage revalorisées. Finalement, la consommation et l'investissement des ménages reculent.

Les effets du choc sur le prix du pétrole sur le commerce extérieur sont ambigus. Dans le cadre des variantes analytiques produites au moyen du modèle *Opale*<sub>2017</sub>, la hausse des prix du baril entraîne une baisse du volume des importations mais aussi une baisse des exportations en raison de la dégradation de la compétitivité de l'économie française. L'effet du ralentissement de l'activité sur les importations reste dominant et conduit à une contribution positive du commerce extérieur.

Dans le cadre d'une variante réaliste, l'effet d'une hausse du prix du pétrole sur la contribution du commerce extérieur reste ambigu et dépend également de ses effets sur nos partenaires commerciaux. Une variante réaliste nécessiterait d'intégrer également la dégradation de la compétitivité de nos partenaires commerciaux qui ont pour la plupart une économie plus intense en pétrole, ce qui conduirait à minorer l'effet négatif sur les exportations françaises. En revanche, la hausse du prix du pétrole a également un effet négatif sur la demande mondiale adressée à la France, en raison d'une dégradation de l'activité en moyenne dans les pays clients de la France, ce qui pèserait sur nos exportations.

---

<sup>55</sup> Choc de 20 \$ au premier trimestre, qui évolue ensuite au même rythme que les prix dans le scénario central afin de ne pas déformer la structure des prix du modèle.

## 4.6. Hausse de l'investissement public à hauteur d'1 point de PIB

Tableau 19 : principaux résultats de la variante investissement public

	1 <sup>ère</sup> année				1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>ème</sup> année	3 <sup>ème</sup> année
	T1	T2	T3	T4	MA	MA	MA
En écart au compte central, en pt							
<b>Fiche PIB</b>							
PIB en volume	0,67	0,88	0,89	0,92	0,84	1,05	1,17
<i>dont contributions en niveau</i>							
Demande intérieure finale hors stocks en volume	1,26	1,42	1,52	1,58	1,44	1,68	1,77
Variations de stocks en volume	0,01	0,31	0,26	0,22	0,20	0,13	0,06
Commerce extérieur en volume	-0,60	-0,85	-0,89	-0,88	-0,80	-0,76	-0,66
<b>Volumes</b>							
Consommation des ménages en volume	0,09	0,25	0,36	0,43	0,28	0,53	0,66
Consommation publique en volume	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formation brute de capital fixe en volume	5,58	5,89	6,08	6,19	5,93	6,36	6,44
<i>dont FBCF des entreprises non financières</i>	0,79	1,25	1,49	1,60	1,28	1,75	1,80
Exportations totales en volume	0,00	0,03	0,06	0,08	0,04	0,10	0,10
Importations totales en volume	1,85	2,63	2,77	2,73	2,50	2,35	1,98
Importations de matières premières énergétiques en volume	0,00	0,38	0,67	0,91	0,49	1,28	1,58
Valeur ajoutée BMNA en volume	0,87	1,15	1,16	1,20	1,10	1,37	1,53
<b>Déflateurs</b>							
Délateur du PIB	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,01	-0,04	-0,06
Délateur de la consommation des ménages	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,01	-0,03	-0,06
Délateur de la formation brute de capital fixe	-0,05	-0,06	-0,07	-0,07	-0,06	-0,10	-0,10
Délateur des exportations totales	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,04	-0,07	-0,09
Délateur des importations totales	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,02	-0,04	-0,06
<b>Prix</b>							
IPC	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,01	-0,03	-0,06
IPC sous-jacent	0,00	-0,01	-0,02	-0,03	-0,01	-0,06	-0,10
IPC volatile	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Commerce extérieur</b>							
Balance commerciale (biens et services), en Md€	-3,2	-4,6	-4,8	-4,8	-4,3	-4,1	-3,6
Balance commerciale (biens manufacturés), en Md€	-3,1	-4,0	-3,9	-3,6	-3,6	-3,2	-2,7
Balance commerciale (matières premières), en Md€	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1
<b>Marché du travail</b>							
Emploi salarié BMNA	0,11	0,29	0,41	0,51	0,33	0,68	0,86
Taux de chômage	-0,09	-0,23	-0,33	-0,41	-0,26	-0,54	-0,68
Salaire moyen par tête	0,30	0,36	0,35	0,37	0,34	0,45	0,52
Masse salariale BMNA	0,40	0,65	0,76	0,87	0,67	1,14	1,39
<b>Comptes des secteurs institutionnels</b>							
Revenu disponible brut des ménages	0,27	0,41	0,46	0,51	0,41	0,53	0,63

Sources : comptes trimestriels (Insee), modèle Opale<sub>2017</sub>, calculs des auteurs.

Une hausse de la demande publique peut prendre la forme soit d'une hausse de la consommation publique soit d'une hausse de l'investissement public. Est présentée ici l'effet en variante d'une hausse de l'investissement public équivalent à 1 pt de PIB. Cette variante est de nouveau analytique dans la mesure où la dépense publique n'est pas financée par une hausse d'impôts. Cette dépense suppose donc un accroissement de la dette de l'État.

Les mécanismes en œuvre sont ceux d'un choc de demande. La hausse de la dépense publique accroît l'activité qui entraîne un surcroît d'investissement des entreprises, de l'emploi, des revenus des ménages et de la consommation. Une partie de cette hausse est toutefois satisfaite par des importations. L'activité serait ainsi soutenue de 1,2 point de PIB à horizon de trois ans.

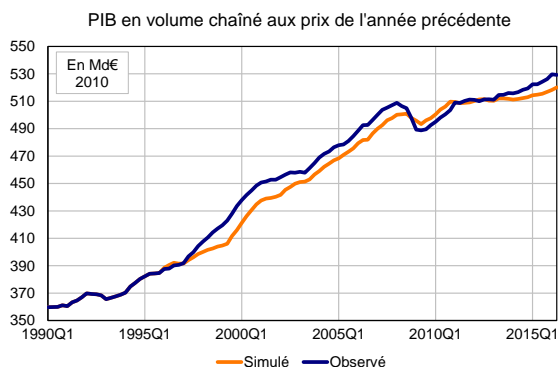
#### **4.7. Application : qualité globale du modèle**

Dans un exercice de prévision, le modèle s'appuie sur l'évolution de variables exogènes et sur un éventuel jugement qui se matérialise par l'évolution des « cales » (écart entre la simulation et l'observé/prévu). En l'absence d'informations additionnelles, les cales et les coefficients techniques sont maintenus constants, de sorte que la contribution des inexpliquées dans les équations de comportement est nulle.

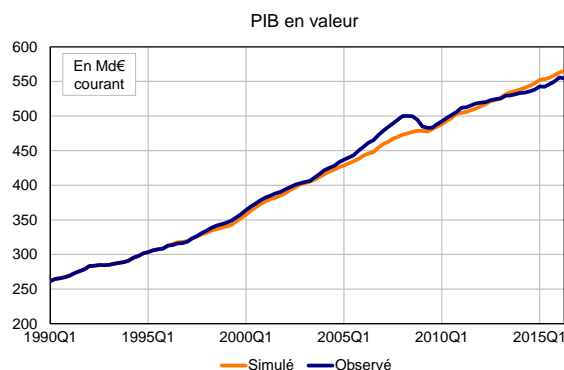
Une manière d'estimer la qualité du modèle sur le passé consiste à simuler le modèle sur le passé, année après année, et à le confronter à l'observé. Dans le cas présent, les cales et coefficients techniques du modèles sont maintenus constants à compter du 1<sup>er</sup> trimestre 1996, et jusqu'au 2<sup>ème</sup> trimestre 2016. Les variables exogènes, telles que la demande mondiale adressée à la France, sont quant à elles supposées connues, tout comme l'intégralité des variables des comptes sur les trimestres passés. Pour chaque trimestre à partir du 1<sup>er</sup> trimestre 1996, les différentes variables des comptes trimestriels présentes en tant qu'endogènes dans le modèle (composantes du PIB en volume et en prix, revenu disponible des ménages, etc.) sont simulées à l'aide des équations de comportement du modèle, en supposant connues les variables des comptes sur le passé, ainsi que les exogènes sur le passé et sur le trimestre en cours d'estimation. L'estimation de toutes ces variables endogènes sur tous ces trimestres, de manière indépendante, constitue une simulation. La comparaison de cette simulation et des véritables comptes observés permet de mesurer l'écart entre ce que le modèle prévoit « en temps réel » et ce qui est mesuré, *a posteriori*. Pour le PIB, l'écart entre le simulé et l'observé s'apparente à une cale globale du modèle et correspond à l'impact cumulé des écarts de comportements sur l'ensemble de ses composantes (consommation finale, commerce extérieur, investissement et variations de stocks).

En volume et en valeur, la comparaison du PIB simulé avec l'observé (voir Graphique 117 et 118) fait part d'une qualité globalement satisfaisante du modèle (SER=0,91 % en volume, SER=1,10 % en valeur).

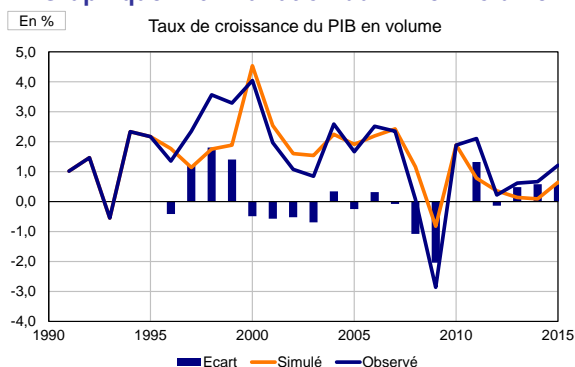
**Graphique 117 : niveau du PIB en volume**



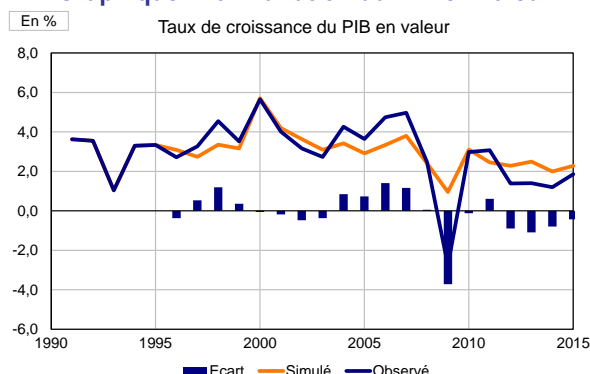
**Graphique 118 : niveau du PIB en valeur**



**Graphique 119 : variation du PIB en volume**



**Graphique 120 : variation du PIB en valeur**



Sources : Insee, calcul des auteurs.

#### 4.8. Application : retour sur la prévision du Projet de loi de finances pour 2015

Dans cette partie, nous comparons la prévision de croissance pour l'année 2015 réalisée à l'automne 2014 à l'occasion du Projet de loi de finances pour 2015 (PLF 2015) à la publication du compte annuel provisoire pour 2015 publié par l'Insee en mai 2016. La croissance pour 2015 prévue initialement à 1,0 % est ressortie à +1,2 %<sup>56</sup>.

L'exercice de retour sur prévision a pour but de déterminer les sources de révision de la croissance entre deux exercices de prévisions ou entre un exercice de prévision et les données finalement observées. Il permet de distinguer ce qui provient d'une révision de l'environnement extérieur – demande mondiale adressée à la France, prix du pétrole, changes et taux d'intérêt – de ce qui provient d'une erreur de prévision sur les comportements modélisés – échanges extérieurs, demande des ménages, investissement des entreprises, stocks, emploi, prix et salaires – ou encore d'une révision de la demande publique – consommation et investissement des administrations publiques.

Par exemple, suite à l'élaboration du PLF 2015, le prix du baril de pétrole, supposé constant en prévision, a chuté de moitié pour atteindre 53 \$ en moyenne annuel contre 106 \$ dans les hypothèses sous-jacentes à l'élaboration du PLF 2015 (cf. tableau 20). Toute chose égale par ailleurs dans le scénario du PLF pour 2015, cette baisse du prix du pétrole aurait conduit à une révision de la croissance de 0,2 pt (cf. tableau 21). L'application de la variante correspondant à un choc de 20 \$ sur le prix du baril (cf. partie 4.5) retiendrait un impact de -0,16 pt ( $= -0,06 \text{ pt} \times \frac{-53 \$}{20 \$}$ ). Ce calcul approché repose sur une variante à partir d'un choc au 1<sup>er</sup> trimestre. Le résultat de l'exercice de retour sur prévision quant à lui est plus précis car

<sup>56</sup> Les taux de croissance du PIB analysés ici sont corrigés des jours ouvrables (CJO).

il tient compte de la chronique de la révision du prix du pétrole trimestre après trimestre.

**Tableau 20 : hypothèses extérieures**

	Projet de loi de finances pour 2015		Observé	
	2014	2015	2014	2015
<b>Demande mondiale</b>	3,8 %	5,1 %	4,0 %	3,4 %
<b>Pétrole (Brent, USD/baril)</b>	108	106	100	53
<b>Taux de change (€/€)</b>	1,36	1,34	1,33	1,11
<b>TCEN</b>	1,9 %	-0,3 %	1,4 %	-3,9 %
<b>Taux à 3 mois</b>	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,0%
<b>Taux à 10 ans</b>	1,8 %	2,2 %	1,7 %	0,8 %

Sources : RESF 2015 ; comptabilité annuel de l'Insee.

S'agissant des comportements, l'investissement des entreprises a été révisé en hausse entre la prévision du PLF 2015 et la publication de l'Insee. Dans cette dernière publication, l'investissement des ENF contribue de 0,2 point de plus à la croissance du PIB que prévu lors du PLF pour 2015. Cette révision est pour partie endogène, c'est-à-dire liée à la révision de la valeur ajoutée des branches marchandes non agricoles de 1,1 % à 1,3 % et du taux d'utilisation des capacités de -0,5 % à +1,2 %, et pour partie liée au comportement d'investissement, c'est-à-dire à l'inexpliqué dû au comportement d'investissement. La révision de cet inexpliqué s'est traduite par un surcroît d'investissement dont l'effet direct et indirect sur le PIB via les effets de bouclage s'est traduit par une révision du PIB en hausse de + 0,1 point. L'ensemble des comportements des entreprises (investissement des entreprises financières, non financières, dépenses des ISBLSM, stockage) se traduit par un surcroît de croissance de +0,05 pt (voir Tableau 21).

Au final, les principaux facteurs ayant concouru à la révision à la baisse de la croissance du PIB en 2015 sont (voir tableau 21) :

- Un environnement international globalement neutre résultant de facteurs allant dans des sens opposés avec une demande mondiale moins dynamique que prévu (*contribution de -0,3 point*) mais un prix du pétrole plus bas qu'attendu (*contribution de +0,15 point*) et un taux de change plus favorable à l'activité (*contribution de +0,1 point*) ;
- Des échanges extérieurs en volume également neutres, la contribution des exportations de produits manufacturés et d'énergie (*contribution de +0,50 point*) et des autres produits (+0,05 point) compense la contribution d'importations plus dynamiques que ce que laissaient prévoir la demande intérieure et extérieure (*contribution de -0,55 point*) ;
- Un comportement des agents intérieurs globalement plus positif, que ce soit pour les comportements des ménages<sup>57</sup> (*contribution de +0,05 point*) ou des entreprises (*contribution de +0,05 point*) ;
- Un marché du travail moins favorable à la création d'emploi (*contribution de -0,1 point*) ;
- Les autres facteurs expliquent le reliquat de la révision de croissance (+0,05 point de contribution).

<sup>57</sup> Consommation, investissement, revenus autres que les salaires des branches marchandes.

**Tableau 21 : facteur de révision de la croissance pour 2015**

	<b>2015</b>
<b>Croissance du PIB, PLF 2015</b>	<b>1,0</b>
<b>Environnement international et financier</b>	<b>-0,05</b>
<i>dont demande mondiale</i>	<i>-0,3</i>
<i>dont pétrole en dollars</i>	<i>0,15</i>
<i>dont taux de change et prix étrangers</i>	<i>0,1</i>
<i>dont autres</i>	<i>0,0</i>
<b>Comportements des échanges extérieurs</b>	<b>0,0</b>
<i>dont exportations de biens manufacturés et d'énergie</i>	<i>0,5</i>
<i>dont importations de biens manufacturés et d'énergie</i>	<i>-0,55</i>
<i>dont autres</i>	<i>0,05</i>
<b>Comportements des agents intérieurs</b>	<b>0,1</b>
<i>dont comportements des ménages</i>	<i>0,05</i>
<i>dont comportements des entreprises</i>	<i>0,05</i>
<b>Marché du travail (emploi et salaires)</b>	<b>-0,1</b>
<b>Dépense publique (en volume)</b>	<b>0,2</b>
<b>Autres</b>	<b>0,05</b>
<b>Croissance du PIB, CNAT 2015</b>	<b>1,2</b>

Sources : RESF 2015 ; comptabilité annuel de l'Insee ; calculs des auteurs.

## 5. Annexe : sources et construction des variables utilisées dans Opale

### 5.1. Demande mondiale adressée à la France

#### Sources :

Pour les importations :

- Sur le passé : comptes nationaux trimestriels des principaux pays partenaires commerciaux de la France, données douanières retraitées, OCDE et FMI.
- En prévision : DG Trésor, OCDE, Commission européenne et FMI.

Pour les poids : base Chelem du Cepii.

Construction : La demande mondiale adressée à la France constitue une mesure de l'évolution de la demande émanant des marchés extérieurs sur lesquels les entreprises françaises sont présentes à l'exportation. Elle évolue comme la moyenne des importations de ses principaux partenaires économiques pondérée par leur part dans les exportations françaises (pondérations glissantes sur 39 pays/zones<sup>58</sup> qui représentent près de 90 % des exportations françaises).

$$dit = \sum_{j \in J(t-1)} \frac{X_{ij}(\text{année précédente})}{\sum_{j \in J(t-1)} X_{ij}(\text{année précédente})} \times m_{jt}$$

$X_{ijt}$  représente les exportations du pays  $i$  vers le pays  $j$  en valeur

$m_{jt}$  représente le taux de croissance des importations en volume du pays  $j$  au trimestre  $t$

$dit$  représente le taux de croissance de la demande mondiale adressée au pays  $i$  au trimestre  $t$

Dans le modèle : la demande mondiale est exogène.

### 5.2. Indicateurs de compétitivité

#### 5.2.1. Compétitivité-coût à l'exportation

La compétitivité-coût à l'exportation, utilisée dans l'équation d'exportations de biens manufacturés, est défini comme le ratio de deux coûts salariaux unitaires :

- Le coût salarial unitaire étranger de référence (noté  $cs_{ufx}$ ), défini comme une moyenne pondérée des coûts salariaux unitaires des pays partenaires de la France, eux-mêmes définis comme le ratio de la rémunération des salariés (D1) de l'ensemble de l'économie et du PIB en volume ;

---

<sup>58</sup> Allemagne, Belgique, Italie, Espagne, États-Unis, Royaume-Uni, Opec, Pays-Bas, Chine, Suisse, Japon, Russie, Pologne, Turquie, Brésil, Suède, Corée, Hong-Kong, Singapour, Canada, Maroc, Portugal, Autriche, République Tchèque, Hongrie, Australie, Inde, Malaisie, Mexique, Thaïlande, Irlande, Danemark, Grèce, Slovaquie, Norvège, Taïwan, Finlande, Philippines et Argentine.



- Le coût salarial unitaire de la France (noté  $csuFrance$ ), défini comme le ratio de la rémunération des salariés (D1) de l'ensemble de l'économie et du PIB en volume.

$$CompetCoût_{export} = \frac{csufx}{csuFrance}$$

### 5.2.2. Compétitivité-prix à l'importation

La compétitivité-prix à l'importation, utilisée dans l'équation d'importations de biens manufacturés, est défini comme le ratio de deux déflateurs issus des comptes nationaux trimestriels :

- Le déflateur des importations totales hors importations de matières premières (noté  $PxImphMP$ ) ;
- Le prix de production des branches marchandes non agricoles pour le marché intérieur hors marges commerciales (noté  $PxProdMI$ ).

$$CompetPrix_{import} = \frac{PxImphMP}{PxProdMI}$$

## 5.3. Méthode de construction des prix et coûts étrangers de référence

### 5.3.1. Définition

Les prix de référence étrangers à l'exportation et à l'importation et le coût salarial unitaire étranger de référence sont respectivement définis comme des moyennes géométriques pondérées des déflateurs des exportations, des déflateurs des importations, et des coûts salariaux unitaires des pays partenaires de la France.

$$\begin{aligned}\log csufx &= \sum_i w_i^X \log(csui * TC_{€/i}) \\ \log petfx &= \sum_i w_i^X \log(PXi * TC_{€/i}) \\ \log petfm &= \sum_i w_i^M \log(PXi * TC_{€/i})\end{aligned}$$

Avec les notations suivantes :

- $w_i^X$  : pondération à l'exportation du pays  $i$  ;
- $w_i^M$  : pondération à l'importation du pays  $i$  ;
- $csui$  : coût salarial unitaire du pays  $i$ , défini comme le ratio de la rémunération des salariés (D1) de l'ensemble de l'économie et du PIB en volume ;
- $PXi$  : déflateur des exportations du pays  $i$  ;
- $TC_{€/i}$  : taux de change bilatéral entre la devise du pays  $i$  et l'euro.

### 5.3.2. Sources statistiques et champ des indicateurs

Les sources statistiques sont les suivantes :

- Les séries de déflateurs des exportations sont issues des comptes nationaux pour huit pays (Allemagne, Espagne, Italie, Belgique, Pays-Bas, États-Unis, Japon, Royaume-Uni), disponibles via DataInsight. Pour les autres pays, les données sont issues de la base de l'OCDE mise à jour à chaque actualisation des *Economic Outlook* (deux fois par an) ; ces déflateurs portent sur l'ensemble des biens et services ;



- Les séries de coûts salariaux unitaires sont issues de la base de données OLIS de l'OCDE, et sont définies comme le ratio de la rémunération des salariés (D1) de l'ensemble de l'économie et du PIB en volume.

Pour des raisons de disponibilité des données, le champ des prix et coûts étrangers de référence porte sur les 23 pays suivants :

- Pays membres de la zone euro : Allemagne, Autriche, Belgique, Espagne, Finlande, Grèce, Irlande, Italie, Pays-Bas, Portugal ;
- Pays extérieurs à la zone euro : Australie, Canada, Corée du Sud, Danemark, États-Unis, Japon, Mexique, Norvège, Nouvelle-Zélande, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Turquie.

En prévision, les déflateurs des exportations sont prévus par la Direction générale du Trésor pour huit pays (Allemagne, Espagne, Italie, Belgique, Pays-Bas, États-Unis, Japon, Royaume-Uni). Et pour les autres pays, les prévisions sont reprises des bases de données de l'OCDE mise à jour à chaque actualisation des *Economic Outlook*.

### 5.3.3. Pondérations

Les pondérations utilisées dans les prix et coût étrangers de référence sont des pondérations fixes, calculées pour l'année 2010 à partir des données de commerce bilatéral de la base de données Chelem du CEPII. Plus précisément, ces pondérations sont issues des pondérations du taux de change effectif nominal (TCEN) calculé par la Direction générale du Trésor sur un champ comprenant 42 pays, selon la méthode des doubles pondérations à l'exportation et des simples pondérations à l'importation. Dans un second temps, les pondérations associées aux 23 pays mentionnés ci-dessus sont retraitées de façon à ce que le poids de la zone euro dans le champ à 23 pays soit identique au poids de la zone euro dans le TCEN à 42 pays. Les pondérations détaillées sont présentées dans le tableau 22.

Tableau 22 : pondérations des prix et coût de référence étrangers

En niveau	Pondération à l'exportation ( $w^x$ )	Pondération à l'importation ( $w^M$ )
Allemagne	14,2 %	20,7 %
Autriche	2,1 %	1,1 %
Belgique	4,7 %	11,9 %
Espagne	3,1 %	7,4 %
Finlande	0,7 %	0,5 %
Grèce	0,2 %	0,1 %
Irlande	1,7 %	1,1 %
Italie	5,1 %	9,2 %
Pays-Bas	7,9 %	6,5 %
Portugal	0,8 %	1,1 %
Australie	1,8 %	0,3 %
Canada	3,9 %	0,8 %
Corée du Sud	4,4 %	1,1 %
Danemark	2,0 %	1,2 %
États-Unis	13,5 %	10,3 %
Japon	7,9 %	2,9 %
Mexique	3,2 %	0,4 %
Norvège	3,4 %	3,1 %
Nouvelle-Zélande	0,3 %	0,1 %
Royaume-Uni	9,0 %	10,1 %
Suède	3,4 %	2,6 %
Suisse	4,4 %	5,4 %
Turquie	2,1 %	2,2 %
Total zone euro	40,6 %	59,4 %
Total hors zone euro	59,4 %	40,6 %

Sources : base Chelem, calculs des auteurs.

#### 5.4. Part des pays émergents dans le commerce mondial de biens en volume

La part des pays émergents dans le commerce mondial de biens en volume est un indice synthétique de l'importance des pays émergents dans le commerce mondial. Elle est définie comme le ratio de deux indices de volume : un indice de volume des exportations totales des économies émergentes et un indice de volume des exportations mondiales.

Les séries utilisées sont issues des données du *World trade monitor* publié par le *Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (Centraal Planbureau)* :

- L'indice de volume des exportations des pays émergents porte sur le périmètre « *emerging economies* » au sens du CPB, qui regroupe quatre groupes de pays émergents (« *Emerging Asia* », « *Central and Eastern Europe* », « *Latin America* », « *Africa and Middle East* ») ;
- L'indice de volume des exportations mondiales correspond à la série « *World exports* » du *World trade monitor*.

## 5.5. Ratio d'ouverture des pays de l'OCDE

Le ratio d'ouverture des pays de l'OCDE est un indice synthétique du taux de pénétration des importations dans les économies avancées. Il est défini comme le ratio d'un indice de volume des importations de biens et services des pays membres de l'OCDE, et le PIB en volume des pays membres de l'OCDE. Cette série est ensuite lissée à l'aide d'une moyenne géométrique sur cinq périodes, afin d'en limiter la volatilité trimestrielle.

Les séries utilisées sont issues de la base de données de l'*Economic Outlook* de l'OCDE :

- La série retenue comme numérateur est « *Imports of goods and services, volume, National Accounts basis* », sur le champ « OECD Total », exprimé en dollars ;
- La série retenue comme dénominateur est « *Gross domestic product, volume, market prices* », sur le champ « OECD Total », exprimé en dollars.

## 5.6. Les regroupements par produits des opérations du commerce extérieur

En ce qui concerne le commerce extérieur, le modèle *Opale* distingue les produits par grande catégorie.

En ce qui concerne les volumes, les équations d'importations et exportations portent sur les produits.

agricoles (produit AZ de la nomenclature des comptes nationaux), les biens manufacturés (champ appelé DIM correspondant aux produits C1, C3, C3, C4 et C5 des comptes nationaux), les matières premières énergétiques (DE), les services (champ appelé SERV correspondant aux produits GZ, HZ, IZ, JZ, KZ, LZ, MN, OQ et RU auxquels est ajoutée la correction CAF-FAB) et la correction territoriale (PCHTR). Il est à noter que la construction (FZ) ne fait pas l'objet d'échanges extérieur.

Pour les équations de prix, la cokéfaction-raffinage (produit C2) est isolé au sein des biens manufacturés (DIM) qui est donc décomposé en deux sous-produit : C2 et DIMHC2 (DIM hors C2). Au sein des biens manufacturés, les produits de l'activité cokéfaction-raffinage, qui correspondent essentiellement aux carburants raffinés, ont une évolution en volume proche de celle des autres biens manufacturés mais sont marqués par des prix volatils liés à ceux du pétrole. Le modèle *Opale* comprend ainsi pour les exportations et les importations une équation de comportement en volume sur le champ DIM complet (les deux sous-produits DIMHC2 et C2 évoluant au même rythme) mais deux équations de prix.

**Tableau 23 : produits des échanges extérieurs**

Nomenclature	Intitulés	Commentaires
AZ	Produits de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche	AZ
C1	Fabrication de denrées alimentaires, de boissons, et de produits à base de tabac	DIM et DIMHC2
C2	Cokéfaction et raffinage	DIM
C3	Equipements électroniques, électriques, informatiques ; machines	DIM et DIMHC2
C4	Matériels de transport	DIM et DIMHC2
C5	Autres produits industriels	DIM et DIMHC2
FZ	Constructions et travaux de construction	Pas d'échanges extérieurs
GZ	Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles	SERV
HZ	Services de transport et d'entreposage	SERV
IZ	Services d'hébergement et de restauration	Pas d'échanges extérieurs
JZ	Services d'information et de communication	SERV
KZ	Services financiers et assurances	SERV
LZ	Services immobiliers	Pas d'échanges extérieurs
MN	Services professionnels, scientifiques et techniques, services administratifs et d'assistance	SERV
OQ	Services d'administration publique et de défense ; services de sécurité sociale obligatoire ; services de l'enseignement ; services de santé humaine et d'action sociale	SERV
RU	Autres services	SERV
D	Total	D

## Bibliographie

Rapport Économique, Social et Financier du Projet de Loi de Finances pour 2015 (RESF 2015), dossier « La situation des entreprises nécessitait des mesures en faveur de la compétitivité et de l'emploi », octobre 2014.

Allard-Prigent C., Audenis C., Berger K., Carnot N., Duchêne S. et Pesin F. (2002), « Présentation du modèle MESANGE - Modèle Économétrique de Simulation et d'Analyse Générale de l'Economie », *Document de travail*, Direction de la prévision.

Argouarc'h J., Debauche E., Leblanc P. et Ourliac B. (2010), « Comment expliquer les évolutions d'emploi depuis le début de la crise ? », *Note de conjoncture de l'Insee*.

Armington P. S. (1969), "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production", *IMF Staff Papers*, vol. 16, n°1.

Askenazy P. et Erhel C. (2015), "The french productivity puzzle", *IZA Discussion paper* n° 9188.

Aviat A., Bricongne J.-C. et Pionnier P.-A. (2007), « Richesse patrimoniale et consommation : un lien ténu en France, fort aux États-Unis », *Note de conjoncture de l'Insee*.

Baghli M. (2004), "Modeling the FF/DM rate by threshold cointegration analysis", *Applied Economics* 36.

Baghli M., Cette, G. et Sylvain A. (2003), « Les déterminants du taux de marge en France et quelques autres grands pays », *Économie et Prévision* n° 158.

Bardaji J., Campagne B., Dufernez A.-S., Elezaar C., Khder M.-B., Lafféter Q., Leblanc P., Masson E., Partouche H. et Simon O. (2010), « Le modèle macroéconométrique MÉSANGE : réestimation et nouveautés », *Documents de travail de la DG Trésor* Numéro 2017/04.

Bardaji J., de Loubens A. et Partouche H. (2010), « La maquette de prévision Opale 2010 », *Documents de travail de la DG Trésor* Numéro 2010/07.

Bardaji J., Lequien, M. et Poissonnier A. (2014), « La consommation des ménages français depuis 2009 : rôle du système fiscal-social », *L'Économie française*, édition 2014.

Beffy P.-O., Lelarge, C., Ouvrard, J.F. et Piel P. E. (2004), « Le ralentissement de la productivité dans les années 1990 : effet transitoire des politiques d'emploi ou rupture plus profonde », *L'Économie française*, édition 2004-2005, INSEE-Références.

Berger K. et Daubaire A. (2003), « L'évolution du taux d'épargne des ménages dans quelques pays de l'OCDE une interprétation basée sur les déterminants de moyen terme », *Revue d'économie politique*, n° 2003/6, vol. 113.

Bock S., Lissot P. et Ozil S. (2015), « Matis : une maquette d'évaluation des effets sur l'emploi de variations du coût du travail », *Documents de travail de la DG Trésor* Numéro 2015/02.

Bourquard V., Carnot N., Deruennes A. et Pamies-Sumner S. (2005), « Une maquette de prévision à court terme pour la France », *Documents de travail de la DGTPE* n° 6.

Boutin X. et Guerrero G. (2008), « Loi Galland et prix à la consommation » juin 2008, *Note de conjoncture de l'Insee*.

Bunel M. et Jugnot S. (2003), « 35 heures : évaluation de l'effet emploi », *Revue Économique*, Vol. 54, No. 3.

DARES (1996), « 40 ans de politiques de l'emploi », La Documentation Française.

De Loubens A. et Thornary B. (2010), « Modélisation de la boucle prix-salaires pour la France par une approche macro-sectorielle », *Documents de travail de la DG Trésor*, Numéro 2010/04.

Engel R. F. et Granger C. W. J. (1987), "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", *Econometrica*, Vol. 55, No. 2.

Gubian A., Jugnot S., Lerais F. et Passeron V. (2004), « Les effets de la RTT sur l'emploi : des simulations *ex ante* aux évaluations *ex post* », *Économie et Statistiques* n° 376-377.

Heitz B. et Rini G. (2006), « Une nouvelle lecture de la contribution du commerce extérieur à la croissance », *Trésor Éco* n°6 de la DGTPE.

Klein C. et Simon O. (2010), « Le modèle MÉSANGE nouvelle version réestimée en base 2000 », *Documents de travail de la DGTPE*, Numéro 2010/02.

Lalande É. et Rioust de Largentaye T. (2015), « La prévision de croissance de court terme à la DG Trésor », *Document de travail de la DG Trésor* Numéro 2015/04.

Nouveau C. et Ourliac B. (2012), « Les allègements de cotisations sociales patronales sur les bas salaires en France de 1993 à 2009 », *Lettre Trésor éco* n°97.

Schreiber A. et Vicard A. (2011), « La tertiarisation de l'économie et le ralentissement de la productivité entre 1978 et 2008 », *Document d'études* n°161, DARES.