



WORKING PAPER 12-17

# Évaluation de la précision des prévisions à court terme du BFP

Une mise à jour

Septembre 2017

Ludovic Dobbelaere, [ldo@plan.be](mailto:ldo@plan.be)  
Igor Lebrun, [il@plan.be](mailto:il@plan.be)

Avenue des Arts 47-49 – Kunstlaan 47-49  
1000 Bruxelles

E-mail: [contact@plan.be](mailto:contact@plan.be)  
<http://www.plan.be>

# Bureau fédéral du Plan

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

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

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

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

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

## Publications

Publications récurrentes :

Les perspectives

Planning Papers (le dernier numéro) :

*L'objet des " Planning Papers " est de diffuser des travaux d'analyse et de recherche du Bureau fédéral du Plan.*

115 Les charges administratives en Belgique pour l'année 2014

Chantal Kegels, Dirk Verwerft - Février 2016

Working Papers (le dernier numéro) :

11-17 Growth and Productivity in Belgium

Bernadette Biatour, Chantal Kegels - Octobre 2017

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

Éditeur responsable : Philippe Donnay

Dépôt légal : D/2017/7433/28

**Bureau fédéral du Plan**

Avenue des Arts - Kunstlaan 47-49, 1000 Bruxelles

tél. : +32-2-5077311

fax : +32-2-5077373

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

<http://www.plan.be>

# Évaluation de la précision des prévisions à court terme du BFP

Une mise à jour

Septembre 2017

Ludovic Dobbelaere, [ldo@plan.be](mailto:ldo@plan.be), Igor Lebrun, [il@plan.be](mailto:il@plan.be)

**Abstract** - Au sein de l'Institut des comptes nationaux, le Bureau fédéral du Plan est chargé de produire les prévisions macroéconomiques utilisées pour élaborer le budget du gouvernement fédéral. La présente étude est une mise à jour de l'analyse *ex post* de la qualité de ces prévisions. Par rapport à l'étude précédente consacrée à ce sujet, l'échantillon s'est enrichi de six années supplémentaires et le nombre de variables évaluées a été augmenté, notamment avec des séries à prix courants. Par ailleurs, la présente étude examine également dans quelle mesure les erreurs de prévision observées s'expliquent par des erreurs commises sur les hypothèses exogènes liées à l'environnement international.

**Jel Classification** - C53, E6

**Keywords** - Budget économique, prévisions, analyse post-mortem

# Table des matières

<b>Synthèse.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Descriptions des données .....</b>	<b>4</b>
2.1. Variables	4
2.2. Réalisations	5
2.3. Exercices de prévision	5
2.4. Analyse graphique des prévisions et des réalisations	6
2.4.1. PIB réel et catégories de dépenses	6
2.4.2. Indice des prix à la consommation et déflateur du PIB et des catégories de dépenses	8
2.4.3. PIB nominal et catégories de revenus	10
2.4.4. Variables relatives au marché du travail	11
<b>3. Qualité des prévisions .....</b>	<b>13</b>
3.1. Ampleur des erreurs de prévision	13
3.2. Absence de biais	14
3.3. Absence de persistance dans les erreurs de prévision	16
3.4. Comparaison avec des prévisions alternatives	16
3.4.1. Comparaison avec des prévisions naïves	16
3.4.2. Comparaison avec les prévisions de la Commission européenne	18
3.5. Révisions des prévisions	19
3.6. Précision directionnelle	20
3.7. Comparaison avec les résultats de l'étude précédente	21
<b>4. Influence des hypothèses internationales.....</b>	<b>23</b>
4.1. Impact sur les erreurs de prévision de la croissance du PIB	23
4.1.1. Commerce mondial	23
4.1.2. Taux d'intérêt	25
4.2. Impact sur les erreurs de prévision de la croissance de l'IPC	26
<b>5. Références .....</b>	<b>27</b>
<b>Annexe 1. Statistiques synthétiques et tests statistiques .....</b>	<b>28</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1	Mois de publication des prévisions et comptes nationaux annuels.....	5
Tableau 2	Ampleur des erreurs de prévision (1994-2016).....	13
Tableau 3	Absence de biais des prévisions (1994-2016).....	15
Tableau 4	Autocorrélation des erreurs de prévision (1994-2016).....	16
Tableau 5	Coefficients de Theil (1994-2016).....	17
Tableau 6	Absence de biais et indépendance des révisions des prévisions (1994-2016).....	20
Tableau 7	Proportion des prévisions correctes des accélérations et décélérations de la croissance (1994-2016).....	21
Tableau 8	Évolution de l'ampleur des erreurs de prévisions suite à l'ajout de la période 2011-2016.....	22
Tableau 9	Résultats de régression - Variable dépendante : Erreurs sur la croissance du PIB (exercices 1 et 2).....	26

## Liste des graphiques

Graphique 1	Prévisions et réalisations du PIB réel et des catégories de dépenses.....	7
Graphique 2	Prévisions et réalisations des variables de prix.....	9
Graphique 3	Prévisions et réalisations du PIB nominal et des catégories de revenus.....	11
Graphique 4	Prévisions et réalisations des variables relatives au marché du travail.....	12
Graphique 5	Erreurs de prévision de la croissance du PIB réel et de l'IPC : BFP vs CE.....	19
Graphique 6	Croissance des marchés potentiels d'exportation et des exportations : erreurs de prévision.....	23
Graphique 7	Croissance des marchés potentiels d'exportation et du PIB : erreurs de prévision (exercices 1 et 2).....	24
Graphique 8	Taux d'intérêt à long terme et croissance des marchés potentiels d'exportation : erreurs de prévision.....	25
Graphique 9	Croissance du déflateur des importations et de l'IPC : erreurs de prévision (exercices 1 et 2).....	26



## Synthèse

Au sein de l'Institut des comptes nationaux, le Bureau fédéral du Plan est chargé de produire les prévisions macroéconomiques utilisées pour élaborer le budget du gouvernement fédéral. Selon ses principes directeurs, le BFP se montre aussi transparent que possible concernant ses prévisions, ce qui implique une description claire des hypothèses, mais aussi des outils et méthodes utilisés pour les établir. Suivant cette même philosophie, le BFP a régulièrement produit – de sa propre initiative – des évaluations *ex post* de la qualité de ses prévisions. Depuis que la loi du 28 février 2014 a modifié la loi du 21 décembre 1994 instituant l'Institut des comptes nationaux, cette évaluation est devenue obligatoire et doit être soumise à un comité scientifique. Le résultat de cette évaluation doit être rendu public et pris en compte de manière appropriée dans les prévisions macroéconomiques ultérieures.

Dans ce nouveau cadre légal, la présente étude est une mise à jour de l'analyse post-mortem des prévisions annuelles datant de 2012. Par rapport à ce précédent exercice, l'échantillon s'est enrichi de six années supplémentaires et le nombre de variables évaluées a été augmenté. Par ailleurs, la présente étude examine également dans quelle mesure les erreurs de prévision de la croissance économique et de l'inflation s'expliquent par des erreurs commises sur les hypothèses exogènes liées à l'environnement international.

Bien que plusieurs centaines de variables fassent l'objet de prévisions dans un budget économique, seules celles qui sont les plus pertinentes pour établir le budget seront étudiées dans cette évaluation. La croissance réelle du PIB et celle des catégories de dépenses ont été retenues, car elles sont les principaux indicateurs de l'activité économique. Par analogie, la croissance de l'indice des prix à la consommation et celle du déflateur du PIB et des déflateurs des catégories de dépenses sont les variables de prix qui seront étudiées dans la présente analyse. La croissance du PIB nominal et celle de ses principales catégories de revenus ont été retenues, car elles sont essentielles pour émettre une prévision précise des assiettes fiscales à l'impôt des sociétés et l'impôt des personnes physiques. Enfin, la croissance de l'emploi et celle du chômage ont été considérées comme les indicateurs les plus pertinents pour le marché du travail. Comme dans les analyses post-mortem précédentes, il a été décidé d'utiliser les premières estimations disponibles des comptes nationaux comme réalisations pour évaluer la qualité des prévisions. Les erreurs de prévision se définissent comme la différence entre les prévisions et les réalisations.

La qualité des prévisions annuelles est évaluée pour trois exercices de prévision successifs, à savoir les prévisions de septembre pour l'année suivante et les prévisions de février et de septembre pour l'année en cours, en accordant une attention particulière aux deux premiers exercices. Les tests statistiques réalisés donnent les résultats suivants. Les erreurs de prévision de l'ensemble des variables diminuent à mesure que l'horizon se raccourcit, mais les prévisions pour l'année suivante présentent des erreurs absolues moyennes assez importantes et contiennent peu d'informations sur la variance autour de la moyenne de l'échantillon. Les erreurs sont particulièrement importantes en cas de ralentissements économiques marqués ou de variations soudaines de l'inflation. Toutefois, le biais positif observé pour les prévisions du PIB réel du premier exercice n'est pas statistiquement significatif et disparaît totalement en février. Quant au déflateur du PIB, il souffre d'un biais positif qui est significativement différent de

zéro dans tous les exercices de prévision, ce qui entraîne une surestimation du PIB nominal. L'excédent brut d'exploitation est la catégorie de revenus qui capte la majeure partie de cette surestimation. Les prévisions de la croissance de l'emploi sont en moyenne trop pessimistes dans les trois exercices.

D'autres propriétés des erreurs de prévision sont également étudiées. Nous ne trouvons guère d'indications d'une persistance dans les erreurs de prévision. Les prévisions de février surperforment manifestement les prévisions naïves et ont un degré de précision plus élevé que les prévisions automnales de la Commission européenne pour la croissance économique et l'inflation. Les accélérations et ralentissements de la croissance sont anticipés dans la plupart des cas, et ce dans tous les exercices. Enfin, les révisions des prévisions tendent à être trop graduelles, mais c'est là une caractéristique typique des prévisions macroéconomiques. Globalement, les prévisions de la plupart des variables étudiées dans cette analyse possèdent les propriétés souhaitées, mais les prévisions de la consommation publique réelle, du déflateur du PIB, du déflateur de la FBCF et de l'excédent brut d'exploitation présentent des lacunes certaines. Par ailleurs, l'examen de l'évolution des erreurs de prévision par rapport aux résultats obtenus dans l'étude précédente montre que la précision des prévisions s'est améliorée globalement ces six dernières années par rapport à la moyenne historique mais que cette réduction de l'ampleur des erreurs est en partie attribuable, en particulier en ce qui concerne les variables en termes réels, à une diminution de la volatilité des réalisations.

Enfin, nous analysons dans quelle mesure les erreurs de prévision de la croissance économique et de l'inflation s'expliquent par des erreurs commises sur les hypothèses exogènes liées à l'environnement international. Des analyses de régression montrent que si l'évolution des marchés potentiels d'exportation avait été correctement anticipée, l'erreur absolue moyenne sur la croissance du PIB pour l'année suivante aurait été réduite de plus de 60 %. Si on suit une approche similaire pour corriger la croissance de l'IPC des erreurs commises sur l'évolution des prix à l'importation, l'erreur absolue moyenne pour les prévisions de l'année suivante diminue de 35 %.

# 1. Introduction

Conformément à la loi du 21 décembre 1994, l'Institut des comptes nationaux (ICN) a pour mission d'établir les prévisions macroéconomiques à l'intention du gouvernement fédéral belge dans le cadre de la préparation de son budget et du contrôle budgétaire. Au sein de l'ICN, le Bureau fédéral du Plan (BFP) est chargé d'établir ces prévisions, qui sont appelées 'budget économique' dans la loi. Selon ses principes directeurs, le BFP se montre aussi transparent que possible concernant ses prévisions, ce qui implique une description claire des hypothèses qui les sous-tendent et des outils et méthodes utilisés pour les établir<sup>1</sup>. Suivant cette même philosophie, le BFP a régulièrement produit – de sa propre initiative – des évaluations *ex post* de la qualité de ses prévisions.<sup>2</sup> Suite à la directive européenne sur les exigences applicables aux cadres budgétaires des États membres, la loi du 21 décembre 1994 instituant l'ICN a été modifiée par la loi du 28 février 2014 qui dispose qu'une évaluation des prévisions économiques doit être réalisée tous les trois ans et soumise à un comité scientifique composé en partie de membres externes à l'ICN. Le résultat de cette évaluation doit être rendu public et pris en compte de manière appropriée dans les prévisions macroéconomiques ultérieures.

Dans ce nouveau cadre légal, la présente étude est une mise à jour de la précédente analyse post-mortem des prévisions annuelles. Par rapport à cette dernière, l'échantillon s'est enrichi de six années supplémentaires et le spectre des variables évaluées s'est élargi et englobe notamment le PIB à prix courants et ses principales catégories de revenus. Ces dernières sont essentielles pour produire des prévisions des principales assiettes fiscales macroéconomiques. Par ailleurs, la présente étude examine également dans quelle mesure les erreurs de prévision de la croissance économique et de l'inflation s'expliquent par des erreurs commises sur les hypothèses exogènes liées à l'environnement international.

Il convient de préciser qu'une évaluation *ex post* des erreurs de prévision ne peut être considérée comme un contrôle de qualité ultime des prévisions macroéconomiques du BFP. En fait, une analyse post-mortem examine uniquement des propriétés telles que l'ampleur des erreurs de prévision et ne prend pas en compte d'autres caractéristiques des exercices de prévision comme l'exhaustivité et la cohérence, qui sont tout aussi souhaitables dans le cadre de l'élaboration du budget d'un gouvernement. Néanmoins, les analyses post-mortem ont pour but de donner aux utilisateurs externes une quantification de l'incertitude entourant les prévisions et, comme l'indique à présent la loi, de détecter les éventuelles faiblesses méthodologiques auxquelles il faut remédier.

La présente étude est structurée comme suit. La partie 2 décrit les variables économiques à examiner et la manière dont les réalisations ont été choisies. Elle propose également une comparaison graphique entre prévisions et réalisations. La troisième partie présente les résultats des tests statistiques évaluant la qualité des prévisions pour les variables retenues. Quant à la dernière partie, elle se penche sur l'influence des hypothèses internationales sur les prévisions de croissance du PIB et d'inflation.

---

<sup>1</sup> Voir HERTVELDT et LEBRUN (2003), DOBBELAERE *et al.* (2003), BFP (2006) et DE KETELBUTTER *et al.* (2014).

<sup>2</sup> Voir BFP (1998), DOBBELAERE et HERTVELDT (2004), BOGAERT *et al.* (2006) et DOBBELAERE et LEBRUN (2012).

## 2. Descriptions des données

La première section présente les variables qui seront évaluées. La deuxième section explique de quelle manière les réalisations ont été déterminées et la troisième donne des informations sur les différents exercices du budget économique. Quant à la dernière section, elle compare graphiquement les prévisions et les réalisations pour l'ensemble des variables retenues.

Les erreurs de prévision sont calculées comme étant la différence entre les prévisions et les réalisations, ce qui implique que les erreurs positives correspondent à des surestimations et les erreurs négatives à des sous-estimations.

### 2.1. Variables

Bien que plusieurs centaines de variables fassent l'objet de prévisions dans un budget économique, seules celles qui sont les plus pertinentes pour établir le budget seront étudiées dans cette évaluation :

- Le *PIB réel et les catégories de dépenses* ont été retenus, car ils sont considérés comme les principaux indicateurs de l'activité économique. Même si toutes les catégories de dépenses ne sont pas d'égale importance pour le budget du gouvernement, chacune d'elles est analysée<sup>3</sup>. En effet, elles sont essentielles pour déterminer le PIB dans le modèle de prévision utilisé par le BFP qui est axé sur la demande.
- L'*indice des prix à la consommation (IPC), le déflateur du PIB et les déflateurs des catégories de dépenses*<sup>4</sup> sont les variables de prix qui seront étudiées dans la présente analyse. L'IPC joue un rôle clé dans l'économie belge qui se caractérise par l'indexation automatique généralisée des salaires<sup>5</sup>. Quant au déflateur des catégories de dépenses, il est aussi important que leur croissance réelle pour estimer, par exemple, les recettes de TVA.
- Le *PIB nominal et ses principales catégories de revenus* sont essentiels pour émettre une prévision précise des assiettes fiscales à l'impôt des sociétés et l'impôt des personnes physiques.
- L'*emploi et le chômage* sont les indicateurs qui seront utilisés pour évaluer la qualité des prévisions du marché du travail. Ces variables jouent un rôle crucial dans l'estimation des prestations et des cotisations sociales.

Pour faciliter l'interprétation des résultats, l'évaluation se base sur des taux de croissance pour l'ensemble des séries.

---

<sup>3</sup> Hormis les 'variations des stocks'.

<sup>4</sup> Toutefois, les erreurs de prévision du déflateur de la consommation privée ne sont pas présentées dans les sections suivantes, car leurs propriétés sont très semblables à celles des erreurs commises sur l'IPC.

<sup>5</sup> Même si les salaires et les prestations sociales sont indexés sur la base de l'indice-santé (IPC corrigé de l'évolution du prix des carburants, des boissons alcoolisées et des produits du tabac), l'IPC est retenu ici pour assurer la comparabilité internationale.

## 2.2. Réalisations

Déterminer les réalisations de l'IPC et du nombre de chômeurs est simple, car elles sont rapidement disponibles et ne sont pas sujettes à révision. Pour toutes les autres variables, les réalisations sont extraites des comptes nationaux qui sont susceptibles d'être considérablement modifiés au fil du temps. Par conséquent, le choix des réalisations n'est pas sans importance, dès lors qu'il peut influencer les propriétés des erreurs de prévision. Comme dans les analyses post-mortem précédentes, les prévisions sont comparées aux premières estimations données dans les comptes nationaux pour les raisons suivantes :

- Les révisions des comptes nationaux sont souvent liées à des ajustements méthodologiques, qui sont impossibles à prévoir.
- Depuis 2002, les variables concernées font l'objet de prévisions à l'aide du modèle macroéconométrique trimestriel MODTRIM, intégrant ainsi toutes les données disponibles des comptes nationaux trimestriels. Cela signifie que le budget économique peut être considéré comme une prévision de la première estimation des comptes nationaux annuels.

Depuis le début des comptes nationaux trimestriels en 1998, la première estimation pour l'année  $t$  est publiée en avril de l'année  $t+1$ . Auparavant, la première estimation était disponible en juin de l'année  $t+1$ .

## 2.3. Exercices de prévision

Le BFP publie deux budgets économiques par an : le premier en septembre de l'année  $t-1$ , qui est utilisé pour établir le budget de l'année  $t$ , et le second en février de l'année  $t$  qui sert d'input pour le contrôle budgétaire de l'année  $t$ . Jusqu'en 2001, le budget économique était finalisé au début du mois de juillet, puis il est devenu disponible en septembre. Toutefois, le BFP a continué à réaliser des prévisions préliminaires en juin de l'année  $t-1$ , permettant ainsi à d'autres institutions d'entamer leur exercice budgétaire pour l'année  $t$  afin d'être en mesure de préparer la production des chiffres définitifs en septembre. Ces résultats préliminaires ne seront pas étudiés dans la présente analyse post-mortem. Dans ce qui suit, on entend par « prévisions de septembre » un mix de prévisions finalisées en juillet (jusqu'en 2001) et septembre (à partir de 2002).

**Tableau 1** Mois de publication des prévisions et comptes nationaux annuels

mois \ année	$t-1$	$t$	$t+1$
Septembre	prévision $t-1$ (3e exercice) prévision $t$ (1er exercice)		
Février		estimation $t-1$ (4e exercice) prévision $t$ (2e exercice)	
Avril		réalisation $t-1$	
Septembre		prévision $t$ (3e exercice) prévision $t+1$ (1e exercice)	
Février			estimation $t$ (4e exercice) prévision $t+1$
Avril			réalisation $t$

Le tableau 1 montre que quatre prévisions/estimations sont publiées dans des budgets économiques successifs avant que la première réalisation soit disponible. Comme les erreurs de prévision de l'estimation du quatrième exercice sont généralement minimales, seules les prévisions pour l'année suivante de septembre (premier exercice) et les prévisions pour l'année en cours de février et septembre (respectivement les deuxième et troisième exercices) seront analysées. Vu que les prévisions sont disponibles à partir de 1994 et les observations jusqu'en 2016, 23 valeurs peuvent être calculées par exercice de prévision. Dans la partie 3, les propriétés statistiques des erreurs sont analysées pour chaque exercice. Dans la partie 4, l'influence des hypothèses internationales est examinée ; pour ce faire, les données des deux premiers exercices sont regroupées pour accroître la robustesse des résultats de régression.

## 2.4. Analyse graphique des prévisions et des réalisations

Cette section présente une analyse graphique des prévisions des premier et deuxième exercices et des réalisations pour toutes les variables. Alors que les tests statistiques présentés dans la partie 3 résument les propriétés des erreurs de prévision en un seul chiffre, la présente section fournit une analyse temporelle détaillée des erreurs de prévision, ce qui permet de mieux comprendre leur dynamique et d'identifier les valeurs extrêmes.

### 2.4.1. PIB réel et catégories de dépenses

Comme on peut le voir dans le Graphique 1, les erreurs de prévision de la croissance du PIB commises en février de l'année en cours sont fortement corrélées avec les erreurs commises en septembre de l'année précédente : elles ne présentent un signe différent pour une même année qu'à quatre reprises (1999, 2011, 2015 et 2016) et, dans chacun de ces cas, les erreurs commises lors de l'exercice de septembre sont proches de zéro. Une grande différence entre les deux exercices de prévision est que celui de février élimine les erreurs les plus importantes.<sup>6</sup> De manière plus générale, les prévisions de septembre s'avèrent beaucoup moins volatiles que les réalisations, ce qui implique l'apparition d'erreurs de prévision négatives lorsqu'il y a accélération de la croissance et positives lors de ralentissements. Il en va de même pour les erreurs de prévision de la consommation privée, de la FBCF, de la croissance des exportations et, donc, de la croissance des importations. La principale différence entre ces variables réside dans l'ampleur des erreurs : elles s'avèrent être significativement plus importantes pour les variables volatiles. Alors que les erreurs de prévision de la croissance de la consommation privée ne dépassent que rarement un point de pourcentage, elles peuvent s'élever à 6 points de pourcentage pour la FBCF, voire plus pour les exportations et les importations dans les années caractérisées par une nette reprise ou un ralentissement marqué.

Les erreurs de prévision de la consommation publique présentent des caractéristiques très différentes, vu que cette variable n'est pas liée à la conjoncture. On distingue deux périodes. Jusqu'en 2004, la croissance de la consommation publique est sous-estimée dans les deux exercices sans amélioration du degré de précision en février. À partir de 2005, elle est surestimée dans la plupart des cas avec une réduction

---

<sup>6</sup> À savoir pour les années 2002 (les suites de la bulle internet et des attentats terroristes du 11 septembre), 2009 (la crise financière mondiale), 2010 (la reprise plus forte qu'attendue du commerce mondial) et 2012 (la crise de la dette souveraine dans la zone euro). L'année 2001 constitue une exception : le net ralentissement de l'activité économique n'a été anticipé ni dans les prévisions de septembre ni dans celles de février.

sensible des erreurs de prévision lors du deuxième exercice. Toutefois, ces erreurs de prévision doivent être interprétées avec prudence, car les prévisions des dépenses publiques sont réalisées à politique inchangée. Selon cette hypothèse, seules les mesures budgétaires présentant un degré de détail et de certitude suffisant peuvent être intégrées dans les prévisions. En d'autres termes, même si des mesures supplémentaires sont considérées comme probables, elles ne peuvent être incorporées dans les prévisions aussi longtemps qu'elles ne sont pas formellement décidées ou suffisamment détaillées.

**Graphique 1** Prévisions et réalisations du PIB réel et des catégories de dépenses  
Taux de croissance en pour cent



Source : ICN, BFP.

## 2.4.2. Indice des prix à la consommation et déflateur du PIB et des catégories de dépenses

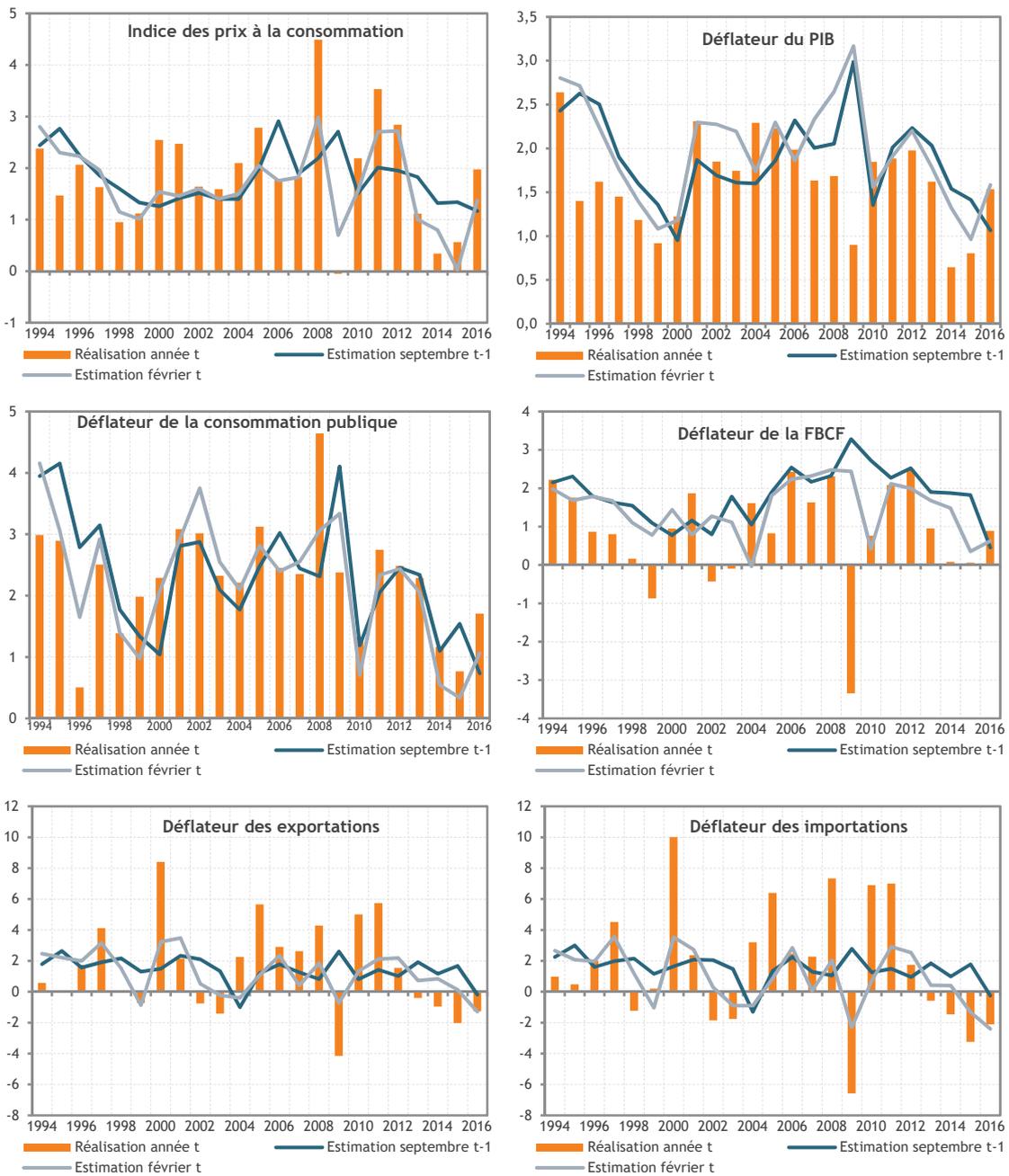
Le graphique 2 présente les prévisions et réalisations de l'IPC et du déflateur du PIB et des catégories de dépenses. Les révisions des prévisions de la croissance de l'IPC entre septembre et février sont très limitées jusqu'en 2005. Par la suite, les prévisions de l'année en cours reflètent nettement mieux la volatilité accrue dans les réalisations. Les importantes erreurs commises sur l'IPC depuis 2008 dans les prévisions pour l'année suivante, avec des surestimations comme des sous-estimations, s'expliquent par l'extrême variabilité des prix de l'énergie qui a été mieux appréhendée dans l'édition de février du budget économique. L'évolution du déflateur du PIB est clairement surestimée dans les deux exercices de prévision pendant la deuxième moitié des années 1990 et depuis 2007, avec une erreur particulièrement importante en 2009. Les prévisions pour l'année en cours sont plus précises que les prévisions pour l'année prochaine depuis 2010.

Le taux de croissance du déflateur de la consommation publique a été surestimé dans les deux exercices au début de l'échantillon et presque systématiquement sous-estimé depuis 1999, avec l'exception notable de 2009. Les erreurs les plus importantes sur les deux exercices de prévision ont été commises pour les années 1996, 2008 et 2009. L'évolution du déflateur de la formation brute de capital fixe est surestimée 18 fois dans les prévisions de septembre et 15 fois en février. De nouveau, l'erreur la plus importante apparaît en 2009. Les déflateurs des exportations et des importations sont extrêmement volatiles et donc difficiles à prévoir avec précision.<sup>7</sup> Des erreurs très importantes apparaissent dans les deux exercices pour les années 2000, 2005 et de 2008 à 2011.

---

<sup>7</sup> De plus, les déflateurs des exportations et des importations sont également sujets à d'importantes révisions statistiques.

**Graphique 2 Prévisions et réalisations des variables de prix**  
*Taux de croissance en pour cent*



Source : ICN, SPF Économie, BFP.

### 2.4.3. PIB nominal et catégories de revenus

Le graphique 3 présente les réalisations et les prévisions de la croissance du PIB nominal et de ses principales catégories de revenus.<sup>8</sup> Les erreurs sur le PIB nominal reflètent la combinaison des erreurs commises sur le déflateur et sur le PIB réel. Les prévisions de septembre sont trop optimistes, avec l'année 2009 comme valeur extrême. Les prévisions de février sont plus précises, mais restent trop optimistes, particulièrement pour les années 1995, 2001, 2008 et 2009. Les prévisions de la croissance de l'excédent brut d'exploitation – qui est calculée de façon résiduaire dans le modèle MODTRIM – reflètent le biais optimiste sur le PIB nominal. Les surestimations sont prédominantes dans les deux exercices ; la croissance de l'excédent brut d'exploitation n'a été significativement sous-estimée qu'en 2004 et 2010. Les prévisions sont plus précises pour la rémunération des salariés du privé, avec une nette amélioration constatée dans l'exercice de février, surtout au cours des dernières années. De nouveau, l'année 2009 ressort comme une valeur extrême dans les deux exercices, mais les années 2002, 2003 et 2007 présentent également une erreur importante dans les prévisions pour l'année prochaine. La rémunération des salariés du public est l'élément le moins volatil et présente, sans surprise, les erreurs les moins importantes. Les sous-estimations dominent dans les deux exercices de prévision et les erreurs les plus importantes sont enregistrées pour les années 2000, 2002 et 2008.

---

<sup>8</sup> Sur la base de l'approche des revenus, le PIB peut être calculé comme la somme de la rémunération des salariés, de l'excédent brut d'exploitation et du revenu mixte. Ce dernier élément englobe essentiellement le revenu des travailleurs indépendants. Il n'est pas pris en compte dans la présente analyse vu qu'il ne représente que 7 % du PIB en moyenne sur la période considérée.

**Graphique 3 Prévisions et réalisations du PIB nominal et des catégories de revenus**  
Taux de croissance en pour cent

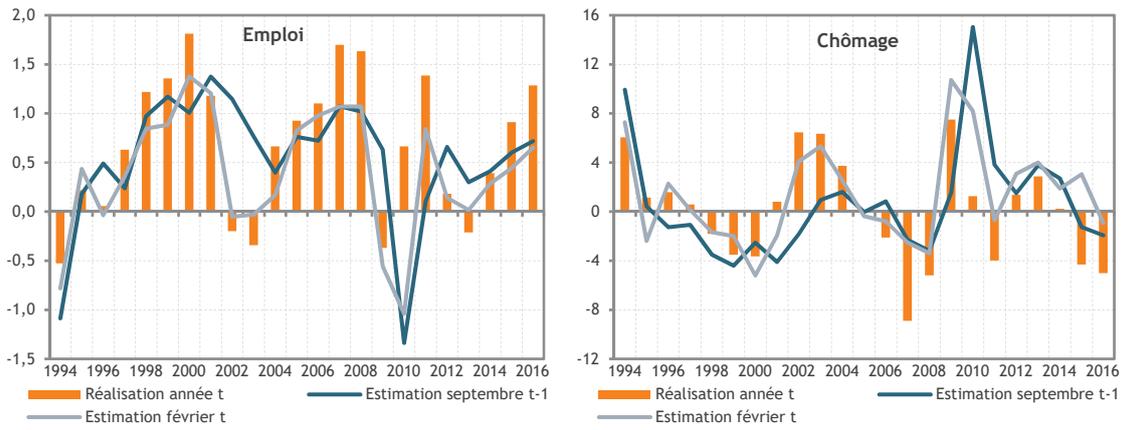


#### 2.4.4. Variables relatives au marché du travail

Lorsqu'on évalue des prévisions du nombre d'emplois et du nombre de chômeurs, il convient de garder à l'esprit qu'on ne peut comparer l'ampleur des taux de croissance de ces deux variables, vu que 1 % de l'emploi représentait 46 000 personnes en 2015, tandis que 1 % de chômage ne correspondait qu'à 6 000 personnes environ. Par conséquent, les erreurs de prévision exprimées en points de pourcentage seront plus importantes pour le chômage que pour l'emploi.

De manière générale, les sous-estimations de l'emploi vont de pair avec les surestimations du chômage et vice versa. Il en résulte que les erreurs de prévision de la population active sont généralement moins importantes que celles relatives à l'emploi. Les prévisions de septembre de la croissance de l'emploi sont trop optimistes pour la période 2001-2003, mais la croissance de l'emploi a été sous-estimée pour chaque année de la période 2004-2011, avec l'exception notable de l'année 2009. Les prévisions de février sont plus précises, surtout au début des années 2000 et pour les années 2009 et 2011. Sans surprise, les prévisions de chômage s'améliorent également de manière générale entre le budget économique de septembre et celui de février, avec comme exceptions majeures les années 1995 et 2015.

**Graphique 4 Prévisions et réalisations des variables relatives au marché du travail**  
*Taux de croissance en pour cent*



Source : ICN, ONEM, BFP.

### 3. Qualité des prévisions

La qualité des prévisions du BFP sera évaluée sur la base de plusieurs critères. Les formules mathématiques utilisées pour calculer les indicateurs ainsi que la formalisation des tests statistiques sont présentées dans l'annexe 1. Notons que les méthodes appliquées ci-dessous sont celles traditionnellement utilisées par des organisations internationales comme la CE, l'OCDE et le FMI pour évaluer la précision de leurs propres prévisions.<sup>9</sup> Comme dans la partie précédente, l'échantillon couvre la période 1994-2016.

#### 3.1. Ampleur des erreurs de prévision

Deux aspects de l'ampleur des erreurs de prévision seront évalués. Les erreurs devraient être petites et diminuer à mesure que l'horizon de prévision se raccourcit. L'indicateur le plus intuitif pour mesurer les erreurs de prévision est l'erreur absolue moyenne (MAE<sup>10</sup>), qui donne l'écart (positif ou négatif) moyen de la prévision par rapport à la réalisation en points de pourcentage. Comme on pouvait s'y attendre, la MAE est la plus importante pour les variables les plus volatiles, comme les volumes et les déflateurs des exportations et des importations, la formation brute de capital fixe réelle et l'excédent brut d'exploitation. La MAE diminue progressivement à chaque exercice pour l'ensemble des variables étudiées à mesure que de nouvelles informations peuvent être intégrées dans les prévisions. La diminution de l'erreur entre la prévision de septembre (exercice 1) et celle de février (exercice 2) est la plus marquée pour de grands agrégats comme le PIB réel et l'emploi. Cela n'est guère surprenant dans la mesure où ces variables sont généralement moins sujettes à révision dans les comptes nationaux trimestriels. La diminution de la MAE entre l'exercice 2 et l'exercice 3 est la plus nette pour les variables qui sont disponibles tous les mois (par exemple le chômage et l'IPC), vu qu'on en septembre pratiquement trois trimestres de l'année sont observés.

**Tableau 2 Ampleur des erreurs de prévision (1994-2016)**

	Erreur absolue moyenne			Racine carrée de l'erreur quadratique moyenne			RMSE corrigée		
	exercice	exercice	exercice	exercice	exercice	exercice	exercice	exercice	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PIB réel	1,08	0,61	0,35	1,43	0,75	0,47	1,02	0,53	0,34
Consommation privée	0,80	0,67	0,35	1,01	0,77	0,44	0,94	0,72	0,41
Consommation publique	0,69	0,59	0,51	0,84	0,76	0,69	1,07	0,97	0,88
Formation brute de capital fixe	2,62	2,11	1,44	3,16	2,55	1,80	0,97	0,78	0,55
Exportations de biens et services	3,31	2,43	1,81	4,89	3,26	2,16	1,08	0,72	0,47
Importations de biens et services	2,97	2,23	1,56	4,62	3,23	1,94	1,05	0,73	0,44
Indice des prix à la consommation	0,84	0,49	0,13	1,08	0,62	0,17	1,08	0,62	0,17
Déflateur du PIB	0,53	0,43	0,32	0,67	0,67	0,41	1,34	1,32	0,81
Déflateur de la consommation publique	0,72	0,50	0,37	0,97	0,65	0,52	1,11	0,74	0,60
Déflateur de la FBCF	1,12	0,97	0,67	1,75	1,50	0,83	1,35	1,16	0,64
Déflateur des exportations	2,69	1,95	1,09	3,22	2,38	1,31	1,09	0,81	0,44
Déflateur des importations	3,35	2,42	1,37	4,17	3,12	1,70	1,07	0,80	0,44
PIB nominal	1,39	0,92	0,53	1,88	1,21	0,74	1,19	0,76	0,46
Excédent brut d'exploitation	2,67	2,16	1,61	3,72	2,89	1,96	1,12	0,87	0,59
Rémunération des salariés (privé)	1,24	0,68	0,57	1,55	0,90	0,78	0,94	0,55	0,48
Rémunération des salariés (public)	0,89	0,62	0,45	1,10	0,77	0,56	0,89	0,63	0,45
Emploi	0,59	0,37	0,24	0,75	0,50	0,32	1,07	0,71	0,46
Chômage	3,58	2,42	0,72	4,78	3,15	0,91	1,14	0,75	0,22

<sup>9</sup> Voir respectivement FIORAMANTI *et al.* (2016), PAIN *et al.* (2014) et GENSBERG et MARTINEZ (2014).

<sup>10</sup> Abréviation en anglais pour 'mean absolute error'.

Un autre indicateur fréquemment utilisé est la racine carrée de l'erreur quadratique moyenne (RMSE<sup>11</sup>) qui pénalise davantage les erreurs importantes que la MAE. En fait, plus l'écart-type des erreurs de prévision est important, plus la RMSE sera supérieure à la MAE. Généralement, la RMSE diminue davantage que la MAE entre le premier et le deuxième exercice de prévision, ce qui indique non seulement que les erreurs de prévision sont moins importantes en février qu'en septembre, mais également que les erreurs importantes sont moins fréquentes en février. Les prévisions pour le déflateur du PIB constituent une exception à cette règle.

Pour tenir compte du fait que les séries volatiles se caractérisent généralement par d'importantes erreurs de prévision, une RMSE corrigée a été calculée en divisant la RMSE par l'écart-type de la série. Cela rapproche davantage les valeurs de l'indicateur dans tous les exercices de prévision. Seules les prévisions de la consommation publique et des déflateurs du PIB et de la FBCF semblent être moins précises que les autres. Une autre propriété de cet indicateur est qu'il sera inférieur à 1 si les prévisions du BFP sont plus précises que la prévision alternative correspondant à la moyenne de l'ensemble de l'échantillon pour la variable concernée.<sup>12</sup> Dans le premier exercice, la RMSE corrigée est proche de 1 ou supérieure à 1 pour toutes les variables étudiées. En d'autres termes, les prévisions contiennent peu d'informations sur la variance autour de la moyenne de l'échantillon. À partir du deuxième exercice de prévision, les prévisions du BFP sont bien meilleures que les prévisions moyennes, de nouveau à l'exception de la consommation publique réelle et des déflateurs du PIB et de la FBCF. Notons que les comparaisons avec les prévisions alternatives seront traitées de manière plus détaillée dans la section 3.4.

### 3.2. Absence de biais

Indépendamment de l'ampleur des erreurs, les prévisions ne devraient présenter aucun biais. En d'autres termes, elles ne devraient pas s'avérer systématiquement trop optimistes ou trop pessimistes, ce qui implique que les erreurs de prévision positives et négatives devraient se compenser en moyenne. La présence d'un biais suggère que la précision des prévisions peut être améliorée en utilisant cette information.

Le pourcentage d'erreurs de prévision positives peut donner une première indication du biais. Ce pourcentage devrait être proche de 50 % si les prévisions sont non biaisées. Le tableau 3 montre que c'est le cas dans les deux premiers exercices de prévision pour le PIB réel et ses catégories. Toutefois, les surestimations prédominent dans les prévisions du déflateur de la FBCF et de l'excédent brut d'exploitation, tandis que les sous-estimations prévalent pour la rémunération des salariés du secteur public et l'emploi.

Pour tester si le biais est statistiquement significatif, on régresse les erreurs de prévision sur une constante. La constante estimée de cette équation est égale à l'erreur moyenne (ME<sup>13</sup>). Celle-ci est positive pour le PIB réel et toutes les catégories de dépenses – hormis la consommation publique – dans les

<sup>11</sup> Abréviation en anglais pour 'root mean square error'.

<sup>12</sup> Comme on peut facilement le déduire des formules mathématiques présentées dans l'annexe 1, l'écart-type d'une variable correspond à la RMSE si chaque prévision est égale à la moyenne de l'échantillon pour cette variable. Notons que, dans la pratique, il est impossible d'utiliser la moyenne de l'ensemble de l'échantillon comme prévision, car elle est inconnue au moment où la prévision est réalisée.

<sup>13</sup> Abréviation en anglais pour 'mean error'.

prévisions réalisées pour l'année suivante, même si elle n'est pas significativement différente de zéro. Il convient de remarquer que la ME positive pour le PIB réel s'explique principalement par la valeur extrême relevée dans les erreurs de prévision pour l'année 2009. Si cette année particulière est écartée de l'échantillon, la ME tombe à 0,16 pour la croissance du PIB réel, devient virtuellement nul pour la consommation privée et même légèrement négative pour la FBCF. L'influence de cette valeur extrême disparaît à partir du deuxième exercice de prévision, rapprochant ainsi sensiblement la ME de zéro pour le PIB et la consommation privée et l'entraînant dans les valeurs négatives pour la FBCF. La ME reste négative pour la croissance de la consommation publique et est significativement différente de zéro dans l'exercice 2. La ME pour la croissance des exportations et des importations est beaucoup plus proche de zéro dans l'exercice 2 et devient même significativement négative dans l'exercice 3.

**Tableau 3 Absence de biais des prévisions (1994-2016)**

	Pourcentage d'erreurs de prévision positives			Erreur moyenne		
	exercice 1	exercice 2	exercice 3	exercice 1	exercice 2	exercice 3
PIB réel	61	52	39	0,34	-0,02	-0,06
Consommation privée	52	57	39	0,13	-0,01	-0,00
Consommation publique	48	43	48	-0,13	-0,29*	-0,16
Formation brute de capital fixe	43	48	65	0,17	-0,32	0,03
Exportations de biens et services	57	52	43	1,01	0,29	-0,87**
Importations de biens et services	52	48	30	0,71	0,19	-0,86**
Indice des prix à la consommation	52	30	57	-0,06	-0,21	0,02
Déflateur du PIB	61	78	74	0,25*	0,35**	0,17**
Déflateur de la consommation publique	43	39	61	0,04	-0,06	0,08
Déflateur de la FBCF	78	65	65	0,95**	0,59**	0,37**
Déflateur des exportations	52	52	57	-0,09	-0,31	0,10
Déflateur des importations	48	52	52	-0,18	-0,74	-0,04
PIB nominal	61	61	57	0,60**	0,33	0,11
Excédent brut d'exploitation	78	83	78	1,87**	1,40**	0,83**
Rémunération des salariés (privé)	57	30	43	0,28	-0,27*	-0,29**
Rémunération des salariés (public)	30	22	30	-0,40*	-0,43**	-0,24**
Emploi	35	22	17	-0,14	-0,28**	-0,13**
Chômage	52	65	70	0,58	1,27	0,20

Remarque : \* et \*\* indiquent que l'erreur moyenne est significativement différente de zéro à un seuil de signification de respectivement 10 % et 5 %. Les seuils de signification ont été calculés sur la base d'écart-types robustes à la présence d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité.

Dans l'exercice 2, les erreurs de prévision de l'IPC enregistrent un biais négatif qui est presque statistiquement significatif à un seuil de 10 %. Le déflateur du PIB souffre d'un biais positif qui est significativement différent de zéro dans tous les exercices de prévision. Cette surestimation est également présente dans les prévisions du déflateur de la FBCF. La ME est négative, mais pas significativement différente de zéro, pour les déflateurs des exportations et des importations dans les exercices 1 et 2.

La croissance du PIB nominal est surestimée dans tous les exercices et le biais est significatif dans l'exercice 1. La ME est également positive et significativement différente de zéro pour l'excédent brut d'exploitation dans les trois exercices. La croissance de la rémunération des salariés est sous-estimée dans tous les exercices, sauf pour le secteur privé dans le premier exercice. La ME pour l'emploi est négative dans tous les exercices et est significativement différente de zéro dans les exercices 2 et 3. On obtient une image inverse pour le chômage, avec des erreurs de prévision positives. Compte tenu de la ME pour la croissance du PIB réel et de l'emploi, on peut également en déduire que la croissance de la productivité a été sensiblement surestimée dans les deux premiers exercices.

### 3.3. Absence de persistance dans les erreurs de prévision

Outre la significativité du biais de prévision, les équations estimées dans la section 3.2 nous permettent également d'examiner l'autocorrélation dans les erreurs de prévision. La présence d'une autocorrélation implique que les erreurs de prévision passées pourraient être utilisées pour améliorer les prévisions dans l'année  $t$ . Le tableau 4 donne les coefficients de corrélation du premier et du second ordre. Des valeurs positives impliquent que les prévisionnistes répètent les mêmes erreurs ; des valeurs négatives signifient qu'ils compensent les erreurs du passé par des erreurs ultérieures de signe opposé.

**Tableau 4 Autocorrélation des erreurs de prévision (1994-2016)**

	Autocorrélation du premier ordre			Autocorrélation du second ordre		
	exercice 1	exercice 2	exercice 3	exercice 1	exercice 2	exercice 3
PIB réel	-0,14	-0,25	-0,09	-0,32	-0,22	-0,24
Consommation privée	0,01	-0,15	0,27	-0,20	-0,24	-0,07
Consommation publique	0,55**	0,23	0,24	0,26**	0,15	0,15
Formation brute de capital fixe	0,13	0,45**	0,30	-0,21	0,04*	-0,04
Exportations de biens et services	-0,21	-0,17	-0,09	-0,19	-0,05	-0,40*
Importations de biens et services	-0,21	-0,19	-0,04	-0,21	-0,08	-0,31
Indice des prix à la consommation	-0,15	0,05	0,01	-0,29	-0,03	-0,14
Déflateur du PIB	0,11	0,11	-0,09	0,03	-0,06	-0,21
Déflateur de la consommation publique	0,08	-0,04	-0,11	0,06	0,23	0,27
Déflateur de la FBCF	0,01	-0,20	-0,33*	-0,26	-0,13	0,01
Déflateur des exportations	-0,02	0,09	-0,23	-0,32	-0,22	-0,44**
Déflateur des importations	-0,08	-0,01	-0,21	-0,30	-0,25	-0,61**
PIB nominal	-0,21	-0,15	-0,13	-0,31	-0,19	0,23
Excédent brut d'exploitation	-0,12	-0,02	-0,04	-0,25	-0,16	-0,05
Rémunération des salariés (privé)	0,05	-0,10	-0,17	-0,44*	-0,36	-0,01
Rémunération des salariés (public)	-0,09	0,12	0,15	-0,03	0,06	-0,27
Emploi	0,13	0,20	-0,03	-0,31	-0,08	-0,09
Chômage	0,31	0,50**	-0,12	-0,02	0,28**	0,09

Remarque : \* et \*\* indiquent que l'hypothèse 0 d'absence d'autocorrélation est rejetée respectivement au seuil de signification de 10 % et 5 %. L'hypothèse est testée sur la base de la statistique Q de Ljung-Box.

Seules quelques erreurs de prévision souffrent d'autocorrélation. Dans les deux premiers exercices, les erreurs de prévision de la consommation publique, de la FBCF, de la rémunération des salariés du secteur privé et du chômage sont les seules à souffrir d'une autocorrélation du premier ou du second ordre statistiquement significative. Dans le troisième exercice, on constate une autocorrélation dans les erreurs de prévision des exportations et des déflateurs de la FBCF, des exportations et des importations.

### 3.4. Comparaison avec des prévisions alternatives

Les prévisions peuvent également être évaluées en les comparant à celles réalisées à l'aide de méthodes alternatives ou par d'autres institutions.

#### 3.4.1. Comparaison avec des prévisions naïves

Nous voulons examiner si les prévisions basées sur des modèles qui utilisent toutes les informations disponibles, comme les prévisions contenues dans le budget économique, sont supérieures à celles réalisées à l'aide de méthodes naïves. Comme expliqué dans la section 3.1, utiliser la moyenne de l'échantillon des réalisations comme règle de prévision n'est pas une option valable, car la moyenne de l'échantillon n'est pas connue au moment de la prévision. Au mieux, le prévisionniste pourrait utiliser la

moyenne des réalisations jusqu'au jour de la prévision. Par conséquent, nous utilisons le taux de croissance moyen des 10 années précédant l'exercice de prévision comme alternative naïve aux fins d'extrapolation. Une autre méthode empirique consiste à prendre simplement le taux de croissance de l'observation pour la dernière année disponible.<sup>14</sup> La comparaison avec les prévisions naïves se fonde habituellement sur le coefficient de Theil, qui représente le ratio entre la RMSE de la prévision du budget économique et la RMSE basée sur l'approche naïve. Un coefficient de Theil inférieur à l'unité indique que le budget économique surpasse la méthode naïve.

Le tableau 5 donne les résultats basés sur la dernière année observée (Theil 1) et sur la moyenne mobile sur 10 ans (Theil 2).

**Tableau 5 Coefficients de Theil (1994-2016)**

	Theil 1			Theil 2		
	exercice 1	exercice 2	exercice 3	exercice 1	exercice 2	exercice 3
PIB réel	0,64	0,34	0,24	0,98	0,51	0,33
Consommation privée	0,62	0,48	0,31	0,97	0,74	0,44
Consommation publique	0,80	0,72	0,94	1,06	0,96	0,99
Formation brute de capital fixe	0,59	0,47	0,41	0,98	0,79	0,55
Exportations de biens et services	0,67	0,45	0,30	1,02	0,68	0,44
Importations de biens et services	0,65	0,45	0,27	1,03	0,72	0,42
Indice des prix à la consommation	0,69	0,40	0,12	0,94	0,54	0,15
Déflateur du PIB	0,88	0,87	0,74	0,78	0,77	0,53
Déflateur de la consommation publique	0,77	0,52	0,44	0,84	0,56	0,46
Déflateur de la FBCF	0,86	0,74	0,46	1,03	0,88	0,51
Déflateur des exportations	0,69	0,51	0,33	0,99	0,74	0,40
Déflateur des importations	0,69	0,52	0,31	0,99	0,74	0,39
PIB nominal	0,80	0,52	0,34	1,01	0,65	0,41
Excédent brut d'exploitation	0,68	0,53	0,41	1,05	0,82	0,56
Rémunération des salariés (privé)	0,63	0,37	0,44	0,75	0,44	0,40
Rémunération des salariés (public)	0,68	0,48	0,43	0,76	0,54	0,39
Emploi	0,68	0,45	0,42	1,04	0,69	0,44
Chômage	0,68	0,44	0,19	1,12	0,73	0,21

Dans tous les cas, les prévisions sont plus précises que celles utilisant le dernier taux de croissance observé. Le coefficient de Theil diminue également à mesure que l'horizon de prévision se raccourcit pour l'ensemble des variables, sauf pour la consommation publique et la rémunération des salariés du secteur privé dans l'exercice 3. Utiliser une moyenne mobile sur 10 ans comme référence donne des résultats moins convaincants dans l'exercice 1 où la plupart des coefficients sont proches de l'unité, avec comme exceptions les déflateurs du PIB et de la consommation publique et la rémunération des salariés. Comme expliqué plus haut, on ne dispose guère d'informations liées à la conjoncture en septembre pour l'année suivante et dans ces circonstances il est extrêmement difficile de produire une meilleure prévision que la croissance tendancielle passée. Le coefficient de Theil diminue sensiblement dans l'exercice 2, une fois que l'on dispose d'un plus grand nombre d'indicateurs conjoncturels. Logiquement, il diminue encore dans l'exercice 3. Ce n'est que dans le cas de la consommation publique qu'il reste proche de l'unité, et ce dans les trois exercices.

<sup>14</sup> Cela signifie que, dans l'exercice 1, la réalisation de l'année  $t-1$  est utilisée pour prédire  $t+1$  ; la même réalisation est utilisée dans l'exercice 2 ; la réalisation de l'année précédente peut être utilisée dans l'exercice 3.

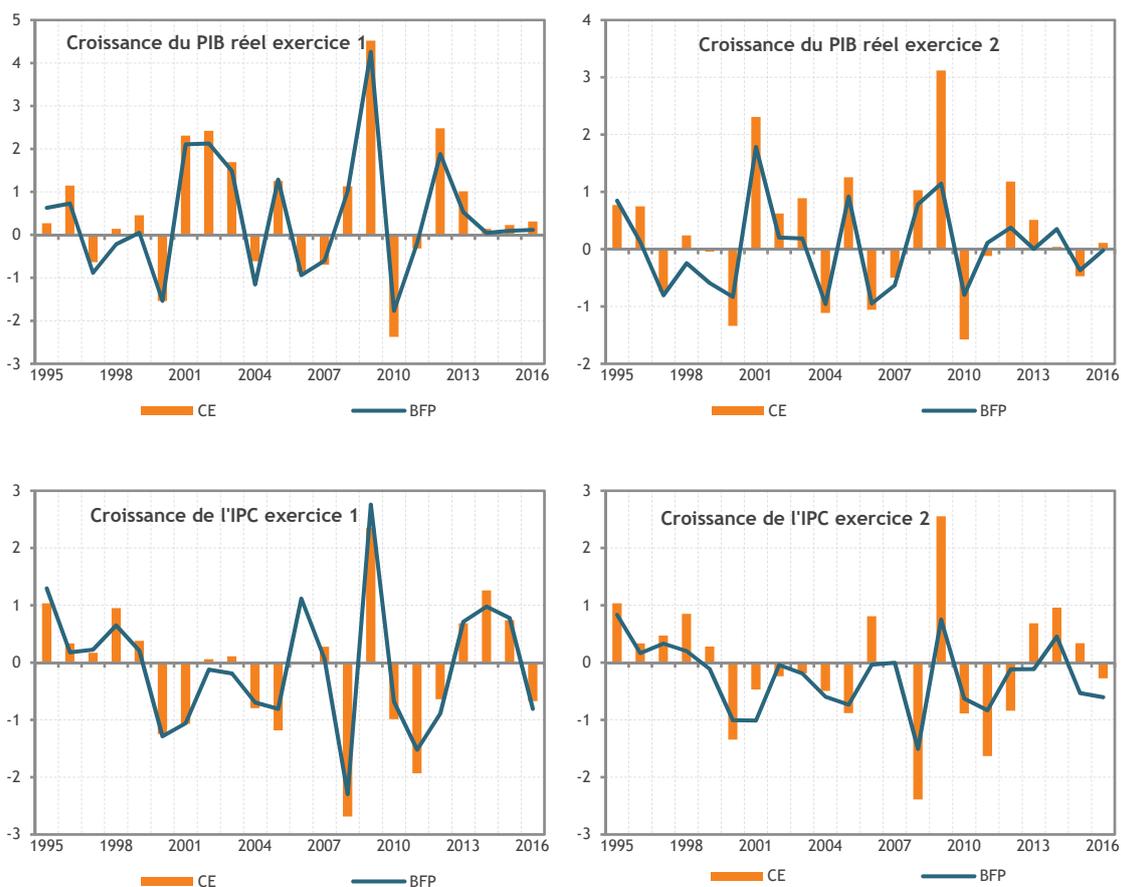
### 3.4.2. Comparaison avec les prévisions de la Commission européenne

Une autre manière de mettre en perspective les prévisions du budget économique est de comparer leur degré de précision avec celui des prévisions d'autres institutions. Dans le Graphique 5 ci-dessous, nous reprenons les erreurs de prévision de la croissance du PIB belge et de l'IPC commises par le BFP dans le budget économique et par la Commission européenne dans le 'European Economic Forecast'. Dans le cas de la Commission européenne, les résultats pour l'exercice 1 couvrent les prévisions pour l'année  $t$  publiées au printemps de l'année  $t-1$ , tandis que les résultats pour l'exercice 2 couvrent les prévisions pour l'année  $t$  publiées en automne de l'année  $t-1$ . Cela implique que chaque exercice de prévision de la Commission européenne est publié quelques mois avant l'exercice correspondant du budget économique.

Les graphiques montrent que le budget économique de septembre n'améliore que légèrement la précision des prévisions de printemps de la Commission pour la croissance du PIB et l'inflation. Cette amélioration est limitée parce que, même en septembre, il n'y a guère d'informations conjoncturelles disponibles pour l'année suivante et parce que plusieurs mesures du nouveau budget du gouvernement ne sont pas encore suffisamment détaillées. En revanche, avec des informations plus précises sur les effets de report de l'année précédente, une meilleure vue de la mise en œuvre des mesures contenues dans le budget du gouvernement et de nouvelles données qualitatives pour l'année en cours, le budget économique de février améliore sensiblement les prévisions automnales de la Commission. La MAE est réduite de 0,3 point de pourcentage aussi bien pour la croissance du PIB que pour celle de l'IPC. Cela montre toute l'utilité du budget économique, sachant qu'il fournit en outre une prévision plus détaillée pour l'économie belge.

En termes d'erreurs moyennes, les prévisions de la CE pour la croissance du PIB réel dans l'exercice 1 présentent un biais optimiste qui est plus important que celui constaté dans les prévisions du BFP (0,6 point de pourcentage contre 0,4). Le biais reste positif dans l'exercice 2 pour les prévisions de la CE (0,3 point de pourcentage), alors qu'il est virtuellement nul pour le budget économique. En ce qui concerne les prévisions d'inflation, l'erreur moyenne dans l'exercice 1 s'élève à environ -0,1 point de pourcentage pour les deux institutions. Dans l'exercice 2, le biais négatif se réduit dans le cas de la CE, alors qu'il s'accroît dans le cas du BFP.

**Graphique 5 Erreurs de prévision de la croissance du PIB réel et de l'IPC : BFP vs CE**  
Points de pourcentage



Source : ICN, SPF Économie, CE, BFP.

### 3.5. Révisions des prévisions

Autre exigence importante : les révisions des prévisions ne devraient pas être prévisibles. En effet, si ces révisions suivent un profil particulier, cette information devrait être prise en compte pour améliorer la qualité des prévisions. De plus, les révisions devraient être indépendantes les unes des autres. Pour tester la première propriété, les révisions sont régressées sur une constante qui ne devrait pas être significativement différente de zéro. Dans notre ensemble de données, deux révisions sont disponibles pour une année donnée : la révision de la prévision en février (exercice 2 – exercice 1) et la révision de septembre (exercice 3 – exercice 2). Pour examiner la seconde propriété, les révisions de septembre sont régressées sur celles de février et on s'attend à ce que le coefficient ne soit pas significativement différent de zéro. Le tableau 6 donne les valeurs du coefficient de régression pour les deux tests.

**Tableau 6 Absence de biais et indépendance des révisions des prévisions (1994-2016)**

	Absence de biais des révisions		Indépendance
	exercice 2	exercice 3	
PIB réel	-0,36**	-0,04	0,36**
Consommation privée	-0,15	0,01	0,12
Consommation publique	-0,17	0,13**	-0,06
Formation brute de capital fixe	-0,49	0,35	0,11
Exportations de biens et services	-0,72**	-1,18**	0,92**
Importations de biens et services	-0,52*	-1,05**	1,03**
Indice des prix à la consommation	-0,16	0,23**	0,44**
Déflateur du PIB	0,10	-0,18	0,23
Déflateur de la consommation publique	-0,10	0,14*	0,23**
Déflateur de la FBCF	-0,36**	-0,22	0,09
Déflateur des exportations	-0,22	0,40	0,45*
Déflateur des importations	-0,56*	0,70	0,49**
PIB nominal	-0,27**	-0,21	0,70**
Excédent brut d'exploitation	-0,47*	-0,58	0,35
Rémunération des salariés (privé)	-0,56**	-0,02	0,55*
Rémunération des salariés (public)	-0,03	0,19*	0,18*
Emploi	-0,14	0,16**	0,40**
Chômage	0,69	-1,07	0,12

Remarque : \* et \*\* indiquent que l'hypothèse zéro d'absence de biais ou d'indépendance est rejetée respectivement au seuil de signification de 10 % et 5 %. Les seuils de signification ont été calculés sur la base d'écart-types robustes à la présence d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité.

Les révisions réalisées dans l'exercice 2 présentent une tendance à la baisse (sauf pour le déflateur du PIB et le chômage), mais elles ne sont significativement différentes de zéro que dans le cas du PIB réel, du commerce extérieur, du déflateur de la FBCF, du déflateur des importations, du PIB nominal, de l'excédent brut d'exploitation et de la rémunération des salariés du secteur privé. Cela n'est guère surprenant : comme le montre le tableau 3, l'erreur de prévision moyenne positive constatée pour la plupart de ces variables dans l'exercice 1 se réduit considérablement dans l'exercice suivant. Les révisions réalisées dans l'exercice 3 sont significativement systématiques pour la consommation publique, le commerce extérieur, l'IPC, le déflateur de la consommation publique, la rémunération des salariés du secteur public et l'emploi. Mais nous savons aussi du tableau 3 que le biais négatif s'amointrit dans l'exercice 3 pour la consommation publique, la rémunération des salariés du secteur public et l'emploi, et qu'il disparaît même dans le cas de l'IPC. En revanche, un biais négatif apparaît pour les exportations et les importations. La dernière colonne nous apprend qu'avec des coefficients positifs (sauf pour la consommation publique), les révisions sont lissées sur les trois exercices. Ces coefficients sont significativement différents de zéro dans plus de la moitié des cas, ce qui confirme les constatations faites sur un large échantillon de pays pour la croissance du PIB réel (LOUNGANI et RODRIGUEZ, 2008), selon lesquelles les prévisions sont généralement révisées de manière graduelle.

### 3.6. Précision directionnelle

Il est également souhaitable que les prévisions prédisent les accélérations et les ralentissements de la croissance. Le tableau 7 montre le pourcentage de prévisions correctes des accélérations ou décélérations de la croissance. Précisons que, dans les exercices 1 et 2, le taux de croissance de l'année précédente est encore une prévision, alors que, dans l'exercice 3, l'année précédente est la réalisation telle qu'elle est définie dans la section 2.2.

Dans l'exercice 1, le pourcentage de prévisions correctes des accélérations ou décélérations de la croissance du PIB réel et de ses composantes se situe entre 68 % pour la consommation publique et 82 %

pour les importations. On obtient des résultats comparables pour l'emploi et le chômage. La précision directionnelle des prévisions des variables de prix est légèrement plus faible, ce que reflètent également les résultats obtenus pour les variables nominales. Comme on pouvait s'y attendre, la précision augmente dans l'exercice 2, sauf pour la consommation publique et l'excédent brut d'exploitation. Dans l'exercice 3, les pourcentages grimpent au-delà de 80 %, sauf pour la consommation publique, le commerce extérieur, le déflateur de la FBCF, l'excédent brut d'exploitation et la rémunération des salariés du secteur public.

**Tableau 7 Proportion des prévisions correctes des accélérations et décélérations de la croissance (1994-2016)**  
En % du total des prévisions

	Exercice 1	Exercice 2	Exercice 3
PIB réel	77	87	91
Consommation privée	73	74	87
Consommation publique	68	65	78
Formation brute de capital fixe	77	91	87
Exportations de biens et services	73	87	74
Importations de biens et services	82	83	78
Indice des prix à la consommation	73	86	91
Déflateur du PIB	73	74	83
Déflateur de la consommation publique	82	87	83
Déflateur de la FBCF	55	74	70
Déflateur des exportations	64	70	87
Déflateur des importations	68	78	96
PIB nominal	68	78	87
Excédent brut d'exploitation	82	78	78
Rémunération des salariés (privé)	59	91	87
Rémunération des salariés (public)	68	70	78
Emploi	82	83	91
Chômage	73	83	91

### 3.7. Comparaison avec les résultats de l'étude précédente

Dans cette dernière section nous examinons l'évolution des erreurs de prévision par rapport aux résultats obtenus dans l'étude précédente (portant sur la période 1994-2010)<sup>15</sup>. Le tableau 8 montre que l'ajout des prévisions pour la période 2011-2016 réduit l'erreur absolue moyenne dans tous les cas, à l'exception de l'indice des prix à la consommation pour le budget économique de septembre et du chômage pour celui de février. Il est évidemment tentant de conclure que l'amélioration observée de la précision des prévisions ces dernières années est due au progrès dans les méthodes prévisionnelles utilisées. Le second indicateur présenté dans le tableau, à savoir la RMSE corrigée, laquelle tient compte de la volatilité des réalisations, nuance cependant un peu ce constat. Si pour la majorité des variables le bilan reste le même, la diminution de la valeur de la statistique relative au PIB réel et ses composantes est plus faible que celle observée pour l'erreur absolue moyenne. Un statu quo de la valeur de la statistique est même constaté pour les exportations et importations. Par contre, pour l'IPC et le déflateur du PIB, il y a dans les deux exercices une amélioration de la RMSE corrigée, davantage marquée, le cas échéant, que celle de l'erreur absolue moyenne. Pour la prévision d'emploi, nous notons maintenant une légère détérioration pour l'exercice de septembre.

<sup>15</sup> Voir DOBBELAERE et LEBRUN, *op. cit.* Dans ce document, le nombre de variables étudiées était plus limité mais nous présentons ici les résultats pour l'entièreté des variables retenues pour la présente étude.

La lecture croisée de ces deux statistiques montre donc que la précision des prévisions s'est améliorée globalement ces six dernières années par rapport à la moyenne historique mais que cette réduction de l'ampleur des erreurs est en partie attribuable, en particulier en ce qui concerne les variables en termes réels, à une diminution de la volatilité des réalisations.

**Tableau 8 Évolution de l'ampleur des erreurs de prévisions suite à l'ajout de la période 2011-2016**

	Erreur absolue moyenne				RMSE corrigée			
	Exercice 1		Exercice 2		Exercice 1		Exercice 2	
	1994-2010	1994-2016	1994-2010	1994-2016	1994-2010	1994-2016	1994-2010	1994-2016
PIB réel	1,29	1,08	0,76	0,61	1,06	1,02	0,57	0,53
Consommation privée	0,89	0,80	0,77	0,67	0,96	0,94	0,76	0,72
Consommation publique	0,76	0,69	0,69	0,59	1,37	1,07	1,27	0,97
Formation brute de capital fixe	2,67	2,62	2,15	2,11	0,95	0,97	0,75	0,78
Exportations de biens et services	4,04	3,31	2,95	2,43	1,08	1,08	0,72	0,72
Importations de biens et services	3,43	2,97	2,61	2,23	1,05	1,05	0,73	0,73
Indice des prix à la consommation	0,81	0,84	0,50	0,49	1,20	1,08	0,71	0,62
Déflateur du PIB	0,55	0,53	0,51	0,43	1,50	1,34	1,57	1,32
Déflateur de la consommation publique	0,82	0,72	0,54	0,50	1,23	1,11	0,81	0,74
Déflateur de la FBCF	1,21	1,12	1,12	0,97	1,38	1,35	1,22	1,16
Déflateur des exportations	2,81	2,69	2,09	1,95	1,14	1,09	0,85	0,81
Déflateur des importations	3,46	3,35	2,69	2,42	1,12	1,07	0,87	0,80
PIB nominal	1,58	1,39	1,11	0,92	1,25	1,19	0,82	0,76
Excédent brut d'exploitation	2,91	2,67	2,46	2,16	1,12	1,12	0,90	0,87
Rémunération des salariés (privé)	1,29	1,24	0,83	0,68	1,04	0,94	0,65	0,55
Rémunération des salariés (public)	0,95	0,89	0,65	0,62	1,12	0,89	0,76	0,63
Emploi	0,61	0,59	0,38	0,37	1,05	1,07	0,71	0,71
Chômage	3,81	3,58	2,15	2,42	1,16	1,14	0,65	0,75

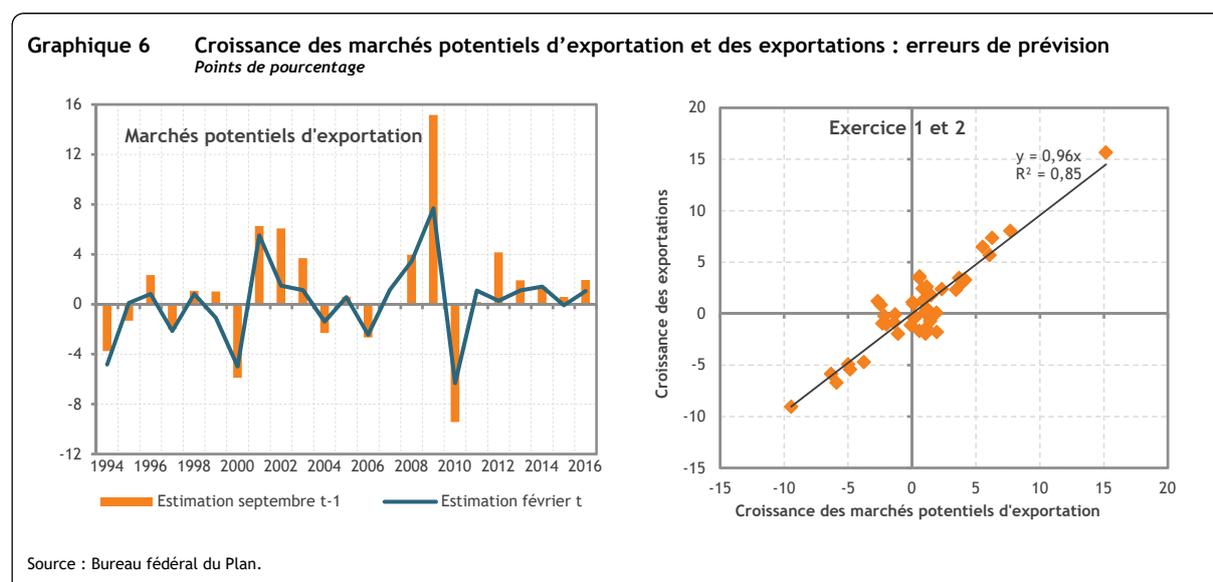
## 4. Influence des hypothèses internationales

Dans cette partie nous examinons dans quelle mesure les erreurs de prévision observées s'expliquent par des erreurs commises sur les hypothèses exogènes liées à l'environnement international. Pour calculer l'évolution du commerce mondial et des prix internationaux pertinents pour la Belgique, le budget économique se fonde sur les prévisions produites par des organisations internationales. L'évolution de variables financières comme les taux de change et les taux d'intérêt se base sur les attentes du marché ou des hypothèses techniques. L'exogénéité de ces variables dans le processus de prévision est naturellement liée au fait qu'une petite économie comme la Belgique a un impact relativement insignifiant sur l'économie mondiale.

### 4.1. Impact sur les erreurs de prévision de la croissance du PIB

#### 4.1.1. Commerce mondial

L'évolution des débouchés extérieurs est une variable exogène essentielle pour produire des prévisions sur la croissance économique belge. L'hypothèse concernant les marchés d'exportation repose sur une moyenne pondérée<sup>16</sup> des prévisions de croissance des importations des partenaires commerciaux, qui se basent essentiellement sur les chiffres de la Commission européenne et du Consensus Economics.<sup>17</sup> Le volet de gauche du graphique 6 montre que les erreurs de prévision de la croissance des marchés d'exportation pour l'année suivante ont été extrêmement importantes dans les années 2009-2010, mais également au début des années 2000. Ces erreurs importantes sont nettement moins élevées dans l'exercice 2.

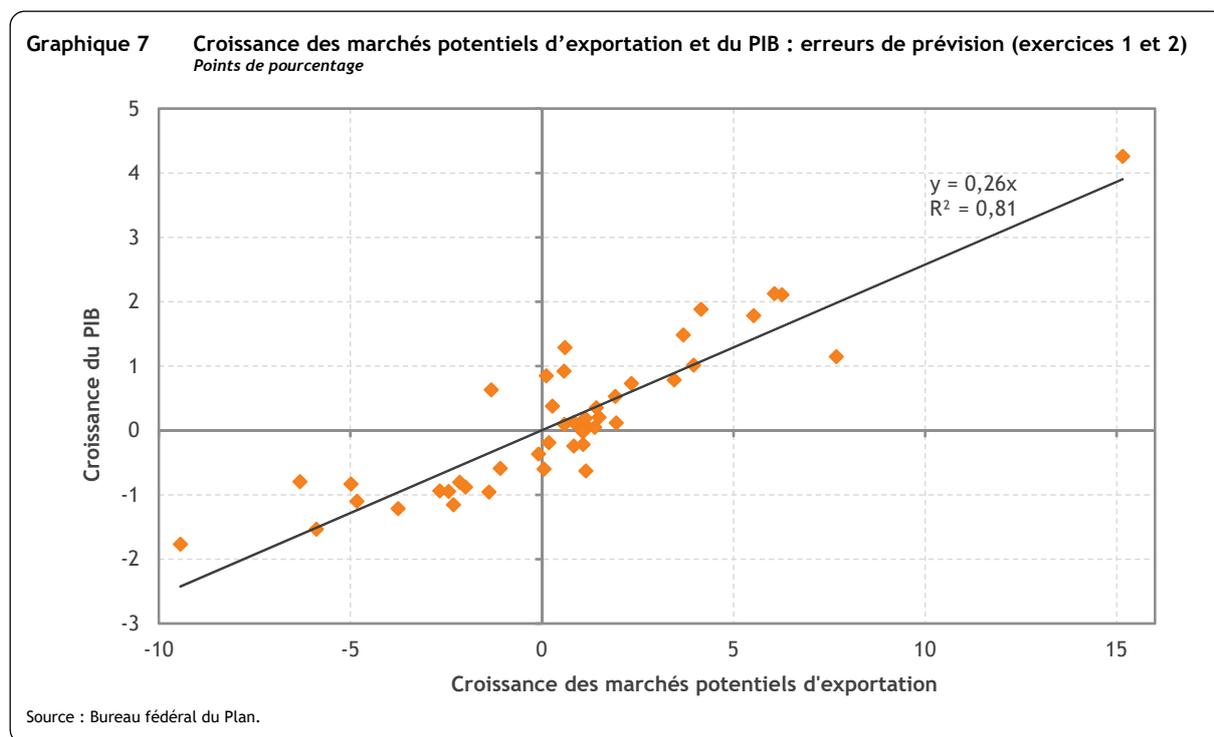


<sup>16</sup> Qui reflète l'orientation géographique des exportations belges.

<sup>17</sup> En principe le BFP se base sur les prévisions les plus récentes de la Commission européenne, qui servent également de référence dans le processus européen de supervision budgétaire. Toutefois, afin de prendre en compte les nouveaux événements intervenus entre la clôture des prévisions de la Commission et l'élaboration du budget économique, il les actualise à l'aide des dernières prévisions disponibles du Consensus Economics.

La droite de régression dans le volet de droite montre le rapport pratiquement de un à un entre les erreurs de prévision sur la croissance des marchés d'exportation et celles commises sur la croissance des exportations.<sup>18</sup> La qualité de l'ajustement est également remarquable : tous les points du nuage sont proches de la droite de régression, ce qui explique la statistique  $R^2$  élevée. Si on corrige les prévisions de la croissance des exportations des erreurs commises sur la croissance des marchés potentiels d'exportation en utilisant cette élasticité unitaire, on réduit l'erreur de prévision absolue d'environ 60 % dans l'exercice 1 et de 50 % dans l'exercice 2. De plus, les erreurs commises pour les années 2000, 2009 et 2010 n'apparaissent plus comme des valeurs extrêmes.

En plus de leur impact direct sur les exportations, les chocs du commerce international ont également un impact indirect sur les autres catégories de dépenses. La pente positive de la droite de régression dans le graphique 7 montre le lien manifeste entre les erreurs commises sur la croissance des débouchés extérieurs et celles portant sur la croissance du PIB belge. Le coefficient estimé indique que, pour chaque point de pourcentage d'erreur sur la croissance des marchés d'exportation, la prévision de la croissance du PIB s'écarte en moyenne de 0,26 point de pourcentage de sa réalisation. Naturellement, cette élasticité de forme réduite peut capter non seulement les aléas du commerce international, mais également l'impact d'autres variables exogènes corrélées avec le commerce mondial. Toutefois, la simulation, à l'aide du modèle MODTRIM, d'un choc affectant exclusivement le commerce mondial<sup>19</sup> donne une élasticité au PIB d'environ 0,2, ce qui confirme le rôle dominant joué par les marchés potentiels d'exportation dans la production des prévisions de croissance du PIB.



L'erreur moyenne sur les prévisions de croissance du PIB dans l'exercice 1, corrigée des erreurs commises sur la croissance des marchés potentiels d'exportation, est égale à 0,08 point de pourcentage

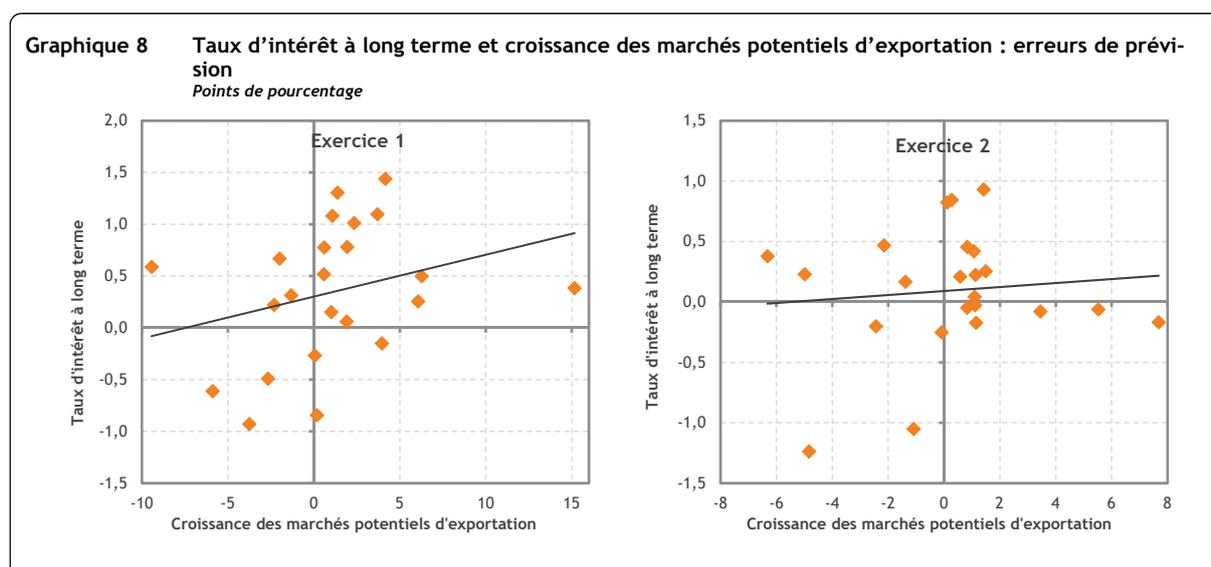
<sup>18</sup> Les erreurs des prévisions pour l'année en cours et l'année suivante ont été regroupées pour accroître la robustesse de la régression.

<sup>19</sup> Voir DE KETELBUTTER *et al.* (2014) pour une analyse détaillée.

(contre 0,34 point de pourcentage sans correction) ; l'erreur absolue moyenne est diminuée de plus de 60 % et est à présent comparable à la MAE dans l'exercice 2. Cela montre toute l'importance de la précision des hypothèses internationales dans l'amélioration des prévisions entre septembre et février.

#### 4.1.2. Taux d'intérêt

L'évolution future des taux d'intérêt belges à long terme sur les obligations d'État est déterminée sur la base des attentes du marché. Cela signifie qu'elles sont supposées être conformes au scénario dominant quant à la croissance mondiale et la politique monétaire. Si les attentes du marché concernant le commerce international sont trop optimistes, il est probable qu'elles surestiment également les taux d'intérêt futurs. Comme le montre le volet de gauche du graphique 8, c'est exactement ce qui s'est produit dans les prévisions pour l'année suivante : la plupart des points du nuage se situent dans le quadrant supérieur droit et on constate une relation positive entre les erreurs des deux variables.<sup>20</sup> Dans l'exercice 2, les points sont distribués de manière plus égale et on n'observe pas une relation claire entre les erreurs des deux variables.



Le tableau 9 montre que, si les erreurs sur le taux d'intérêt à long terme sont introduites comme seule variable explicative pour les erreurs sur la croissance du PIB (voir équation 2), le coefficient est élevé et positif. Après contrôle des erreurs sur la croissance des marchés d'exportation, on pourrait s'attendre à ce que le coefficient du taux d'intérêt devienne négatif. En effet, des hausses imprévues du taux d'intérêt devraient entraîner, *ceteris paribus*, une décélération de la croissance du PIB. Les résultats de régression (équation 3) montrent que le coefficient des erreurs sur le taux d'intérêt est moins élevé, mais reste positif. L'ajout de variables explicatives comme les erreurs de prévision des prix du pétrole – qui s'avèrent être négatives comme attendu, mais pas significativement différentes de zéro – n'affecte ni le signe ni l'ampleur du coefficient du taux d'intérêt. Il semble que ce dernier capte le biais optimiste résiduel encore contenu dans les prévisions nationales après correction des erreurs sur les marchés potentiels d'exportation.

<sup>20</sup> Notons que les points situés dans le quadrant inférieur gauche vont également dans le sens d'une relation positive entre le commerce international et les taux d'intérêt.

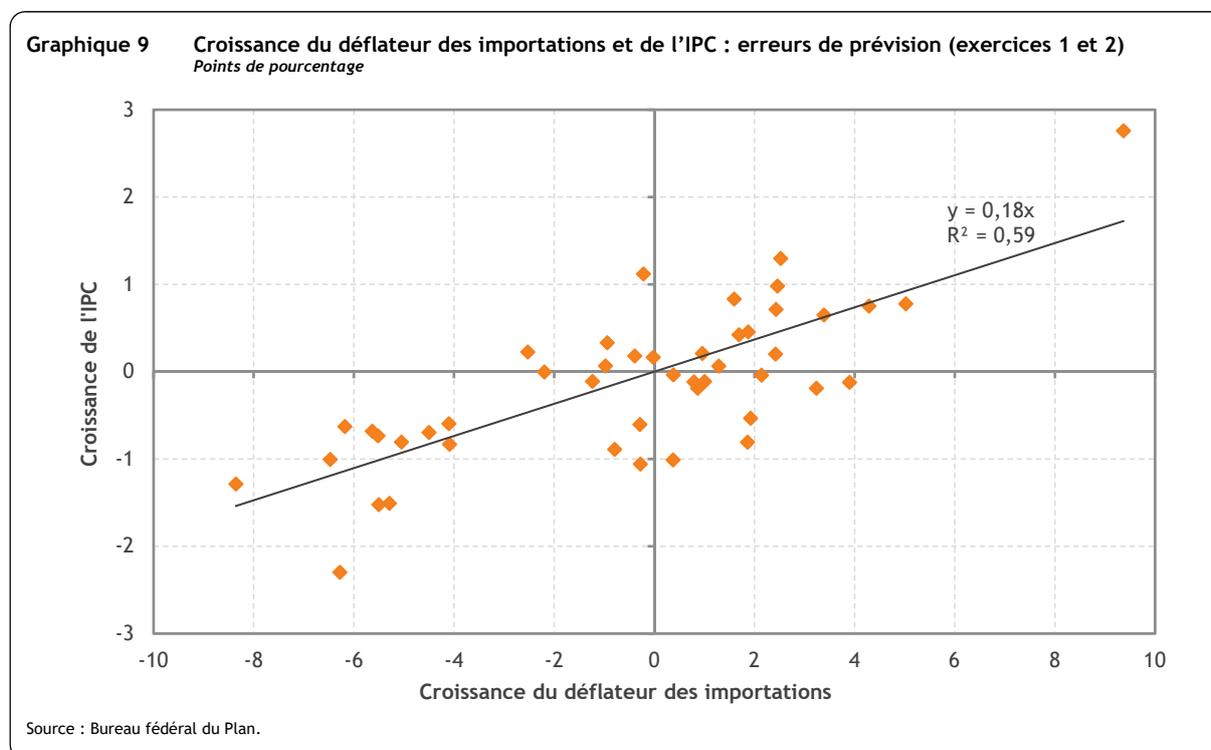
**Tableau 9 Résultats de régression - Variable dépendante : Erreurs sur la croissance du PIB (exercices 1 et 2)**

Variables explicatives	Équation 1	Équation 2	Équation 3	Équation 4
Erreurs sur la croissance des marchés potentiels d'exportation	0,26**		0,25**	0,25**
Erreurs sur le taux d'intérêt à long terme		0,70*	0,27*	0,27*
Erreurs sur la croissance des prix du pétrole exprimés en euros				-0,00
R <sup>2</sup>	0,81	0,13	0,83	0,83

Remarque : \* et \*\* indiquent que le coefficient de régression est significativement différent de zéro à un seuil de signification de respectivement 10 % et 5 %. Les seuils de signification ont été calculés sur la base d'écarts-types robustes à la présence d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité.

## 4.2. Impact sur les erreurs de prévision de la croissance de l'IPC

Même si les prix à l'importation sont endogènes dans le modèle MODTRIM, ils sont déterminés dans une large mesure par les prix internationaux (où les prix pétroliers jouent un rôle clé) et l'évolution des taux de change.<sup>21</sup> Comme le montre le graphique 9, on constate une corrélation positive entre les erreurs de prévision de la croissance du déflateur des importations et celles commises sur la croissance de l'IPC. Le coefficient de régression indique qu'une erreur de prévision d'un point de pourcentage sur la croissance du déflateur des importations crée en moyenne une erreur de près de 0,2 point de pourcentage sur les prévisions de la croissance de l'IPC. Si on corrige ces dernières des erreurs commises sur la croissance du déflateur des importations en utilisant ce coefficient, le biais négatif présent dans l'exercice 2 (voir le tableau 3 dans la partie précédente) est moins important et la MAE se réduit de 35 % dans l'exercice 1 et de 30 % dans l'exercice 2. Ajouter les erreurs de prévision sur les prix pétroliers exprimés en euros n'accroît pas le pouvoir explicatif de l'équation précédente. Toutefois, ce résultat n'est pas surprenant, vu que les erreurs de prévision des prix pétroliers sont, en principe, déjà comprises dans les erreurs globales sur les prix à l'importation.



<sup>21</sup> L'impact des prix domestiques sur les prix à l'importation via une stratégie de fixation des prix en fonction du marché adoptée par les sociétés étrangères est plutôt limitée, voir DE KETELBUTTER *et al.*, *op. cit.*

## 5. Références

- BOGAERT, H., DOBBELAERE, L., HERTVELDT, B. et LEBRUN, I. (2006), *Fiscal councils, independent forecasts and the budgetary process: lessons from the Belgian case*, Working Paper 4-06, Bruxelles, Bureau fédéral du Plan.
- BUREAU FÉDÉRAL DU PLAN / INSTITUT DES COMPTES NATIONAUX (éditions de 1994 à 2016), *Budget économique*, Bruxelles.
- BUREAU FÉDÉRAL DU PLAN (1998), *The accuracy of the FPB short-term economic forecasts since 1994*, Special Topic, Short Term Update 4-98, pp. 3-4, Bruxelles.
- BUREAU FÉDÉRAL DU PLAN (2006), *Outils et méthodes du Bureau fédéral du Plan*, Working Paper 7-06, Bruxelles.
- COMMISSION EUROPÉENNE (éditions de 1995 à 2016), *European Economic Forecast*, Bruxelles.
- DE KETELBUTTER, B., DOBBELAERE, L., LEBRUN, I., VANHOREBEEK, F. (2014), *A new version of MODTRIM II - An overview of the model for short-term forecasts*, Working Paper 05-14, Bruxelles, Bureau fédéral du Plan.
- DOBBELAERE, L., HERTVELDT, B., HESPEL, E. et LEBRUN, I. (2003), *Tout savoir sur la confection du budget économique*, Working Paper 17-03, Bruxelles, Bureau fédéral du Plan.
- DOBBELAERE, L. et HERTVELDT, B. (2004), *10 jaar Economische Begroting: Een terugblik op de kwaliteit van de vooruitzichten*, Working Paper 13-04, Bruxelles, Bureau fédéral du Plan.
- DOBBELAERE, L. et LEBRUN, I. (2012), *Track record of the FPB's short-term forecasts. An update*, Working Paper 3-12, Bruxelles, Bureau fédéral du Plan.
- FIORAMANTI, M., GONZÁLEZ CABANILLAS, L., ROELSTRAETE, B. et FERRANDIS VALLTERRA, S. (2016), *European Commission's Forecasts Accuracy Revisited: Statistical Properties and Possible Causes of Forecast Errors*, Discussion Paper 27, Bruxelles, Commission européenne.
- GENBERG, H. et MARTINEZ, A. (2014), *On the Accuracy and Efficiency of IMF Forecasts: A Survey and Some Extensions*, IEO Background Paper, Washington DC, Independent Evaluation Office of the International Monetary Fund.
- HERTVELDT, B. et LEBRUN, I. (2003), *MODTRIM II: A quarterly model for the Belgian economy*, Working Paper 6-03, Bruxelles, Bureau fédéral du Plan.
- LOUNGANI, P. et RODRIGUEZ, J. (2008), *Economic Forecasts: Too smooth by far?*, World Economics, vol. 9, n° 2, pp. 1-12.
- PAIN, N., LEWIS, C., DANG, T.-T., JIN, Y. et RICHERDSON, P. (2014), *OECD Forecasts During and After the Financial Crisis – A Post Mortem*, Economics Department Working Papers n° 1107, Paris, OCDE.

## Annexe 1. Statistiques synthétiques et tests statistiques

### Statistiques synthétiques

L'écart-type de la réalisation  $X$  mesure la volatilité de la variable :

$$STD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2}$$

L'erreur de prévision  $E$  est définie comme la prévision  $F$  moins la réalisation :

$$E_t = F_t - X_t$$

L'erreur absolue moyenne mesure l'ampleur de l'erreur :

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |E_t|$$

La racine carrée de l'erreur quadratique moyenne mesure également l'ampleur de l'erreur, mais donne plus de poids aux erreurs les plus importantes :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N E_t^2}$$

La RMSE corrigée permet de comparer des séries se caractérisant par des volatilités différentes :

$$RMSE_{corr} = \frac{RMSE}{STD}$$

L'erreur moyenne mesure le biais de la prévision :

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N E_t$$

Le coefficient de Theil compare la RMSE de la prévision avec celle d'une méthode de prévision alternative :

$$THEIL = \frac{RMSE}{RMSE_{alt}}$$

## Tests statistiques

### Biais

Pour tester la significativité statistique du biais, on régresse l'erreur de prévision sur une constante :

$$E_t = \alpha + \varepsilon_t$$

Pour qu'il y ait absence de biais, il faut que  $\alpha = 0$ . La restriction est testée à l'aide de la statistique  $t$  qui est toujours corrigée de la présence (possible) d'autocorrélation et/ou d'hétéroscédasticité dans les résidus.

### Persistance des erreurs de prévision

La persistance des erreurs de prévision est testée en examinant si les résidus de l'équation susmentionnée souffrent d'autocorrélation. Ce test est réalisé en utilisant les statistiques  $Q$  de Ljung-Box qui sont distribuées asymptotiquement selon une loi  $\chi^2$  avec des degrés de liberté égaux au nombre d'autocorrélations testé. Notons que, par exemple, le test pour l'autocorrélation du second ordre contrôle la significativité conjointe d'autocorrélation de premier et de second ordre.

### Révisions

Pour tester l'absence de biais dans les révisions, on régresse les révisions sur une constante :

$$\Delta F_t = \alpha + \varepsilon_t$$

Pour qu'il y ait absence de biais, il faut que  $\alpha = 0$ . La restriction est testée à l'aide de la statistique  $t$ .

Pour tester l'indépendance des révisions, on régresse les révisions de l'exercice 3 sur les révisions de l'exercice 2 :

$$\Delta F_t^3 = \alpha + \beta \Delta F_t^2 + \varepsilon_t$$

Pour que les révisions soient indépendantes, il faut que  $\beta = 0$ . La restriction est testée à l'aide de la statistique  $t$ .