

3. La boucle prix-salaires

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

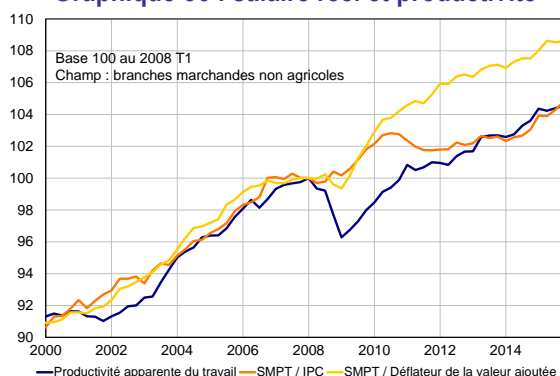
Les salaires et leurs déterminants ont connu une évolution singulière depuis le déclenchement de la crise.

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).

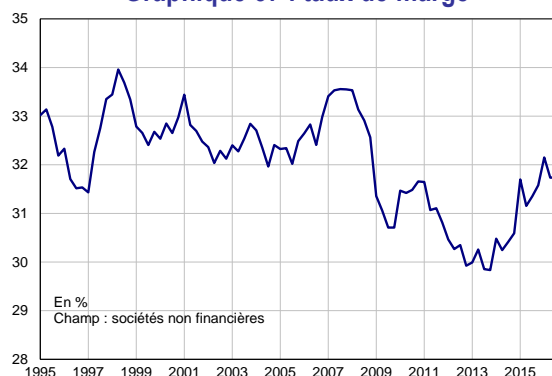
Une baisse du taux de marge n'est pas inhabituelle en phase de retournement conjoncturel : la rapidité du repli de la demande est généralement plus grande que la capacité des entreprises à réduire leur coût en jouant sur l'emploi et les salaires. En 2010, la productivité apparente du travail est toutefois 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 indirecte³³ ; les termes de l'échange extérieurs ont pu jouer temporairement, notamment du fait de la forte hausse du prix des matières premières de 2008³⁴. **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)³⁵, auxquelles s'apparentait le modèle retenu dans le cadre d'*Opale*₂₀₁₀ 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.

³³ 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.

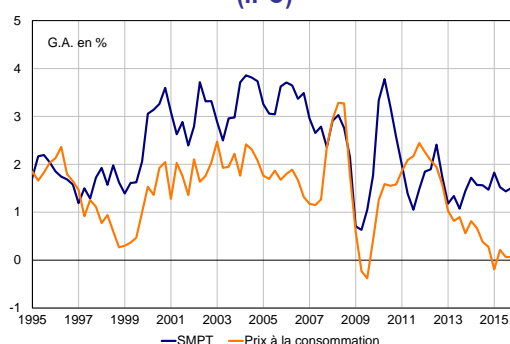
³⁴ Cf. RESF 2015, dossier « La situation des entreprises nécessitait des mesures en faveur de la compétitivité et de l'emploi ».

³⁵ 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).

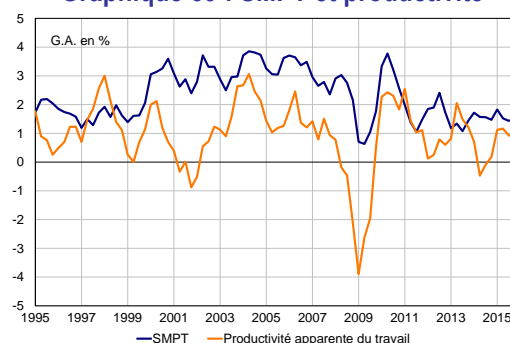
- Le **taux de chômage**. Le lien entre évolution du salaire et évolution du taux de chômage, propre au modèle WS, ressort à court terme uniquement. L'introduire dans la relation de long terme conduirait à dégrader sensiblement la qualité de l'ajustement depuis la crise. Il est donc omis, s'agissant 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.

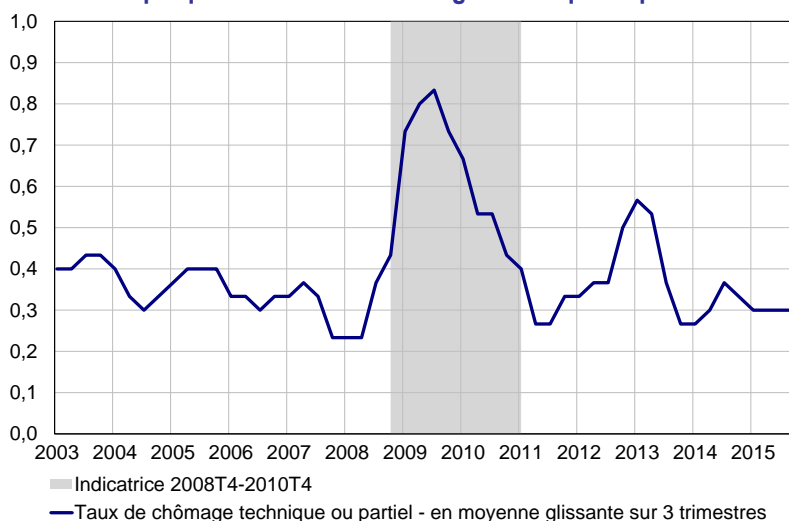
Graphique 58 : SMPT et prix à la consommation (IPC)



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_{BMNA} : Productivité apparente du travail par emploi salarié (personnes physiques) ;

MA4 (log Prod_{BMNA}) : Moyenne glissante sur les 4 derniers trimestres du logarithme de la productivité ;

Txcho : Taux de chômage au sens du BIT ;

Ind_{2008T4-2010T4} : 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.

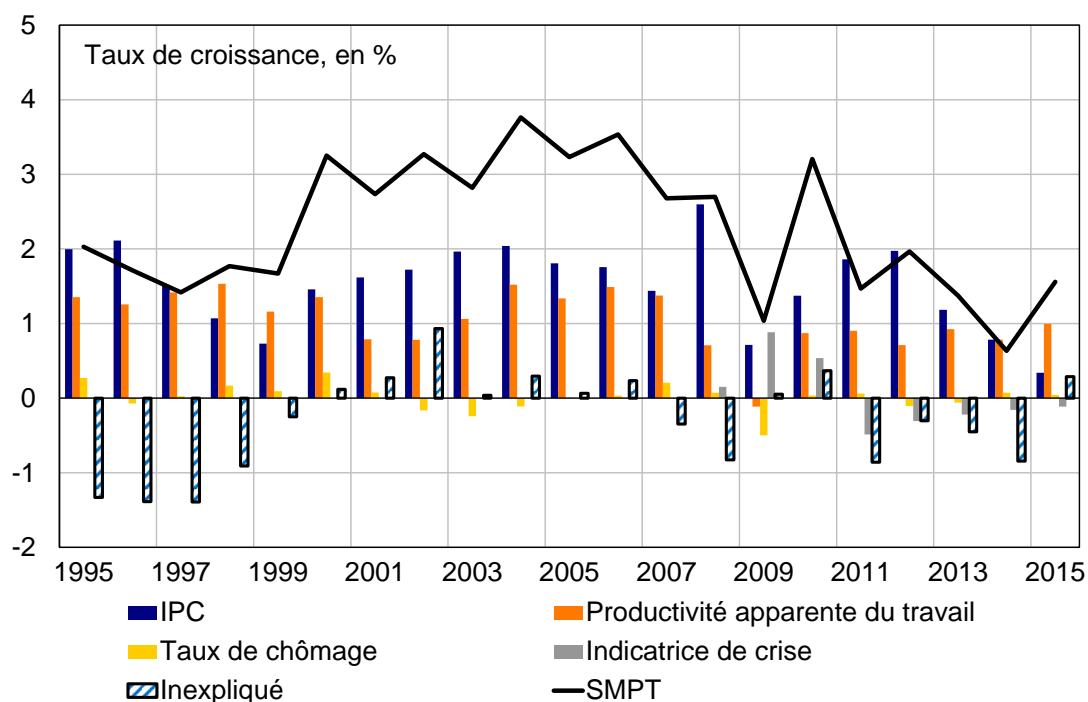
Tableau 8 : élasticité ou semi-élasticité du salaire moyen par tête des branches marchandes non agricoles

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

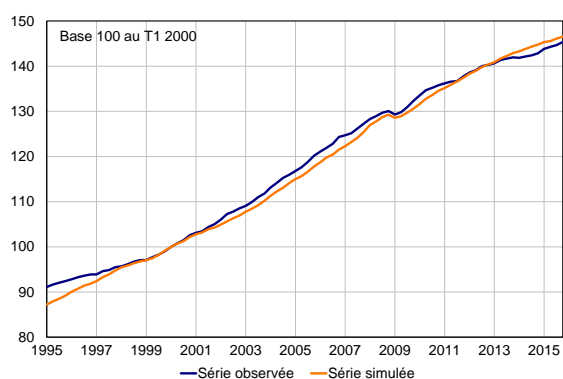
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

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

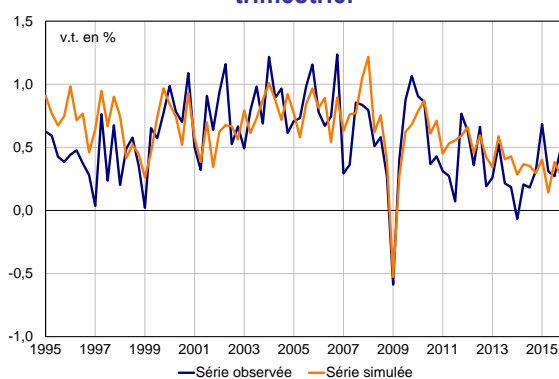
Graphique 61 : évolution du salaire moyen par tête des branches marchandes non agricoles et contribution des déterminants



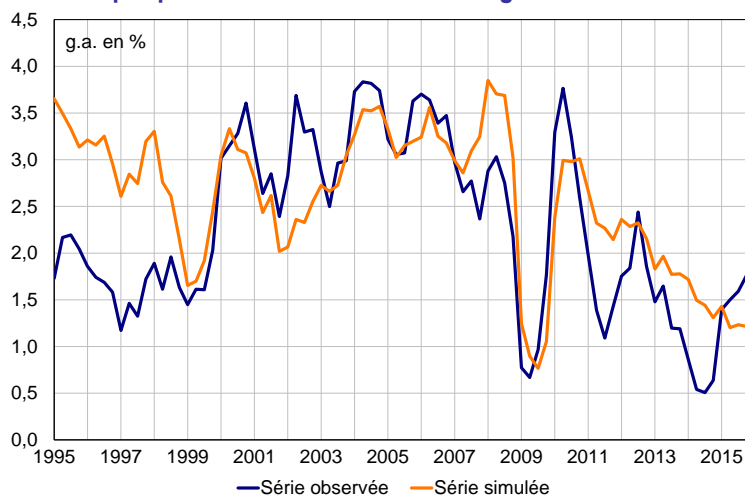
Graphique 62 : observé et simulé en niveau



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 intérieur³⁶. 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 volume³⁷. 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.

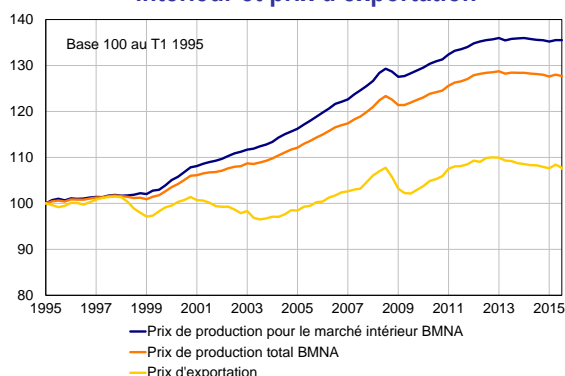
Comme dans la précédente version du modèle *Opale*, une **tendance linéaire** doit être introduite pour tenir compte des écarts de tendance entre prix de production pour le marché intérieur et prix de production sur le champ des branches marchandes non agricoles (voir graphique 65). Les écarts de tendance 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

³⁶ Le prix de production modélisé dans *Opale*₂₀₁₇ 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.

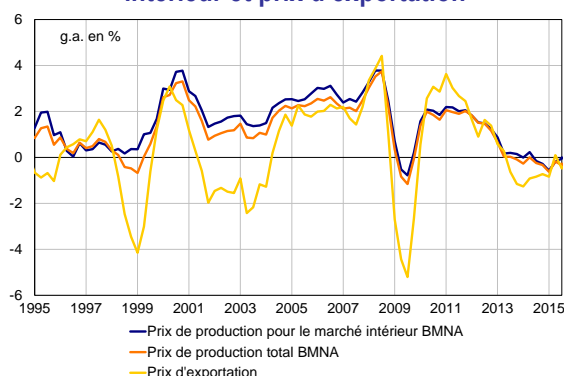
³⁷ La définition de ce coût salarial unitaire diffère donc notablement de la définition retenue pour la modélisation de la compétitivité-coût utilisée dans l'équation d'exportations de biens manufacturés.

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

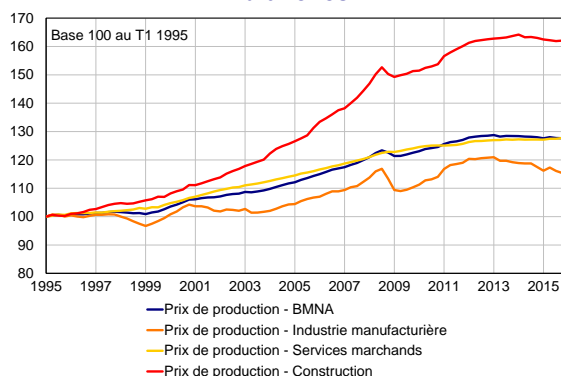
Graphique 65 : prix de production BMNA – marché intérieur et prix d'exportation



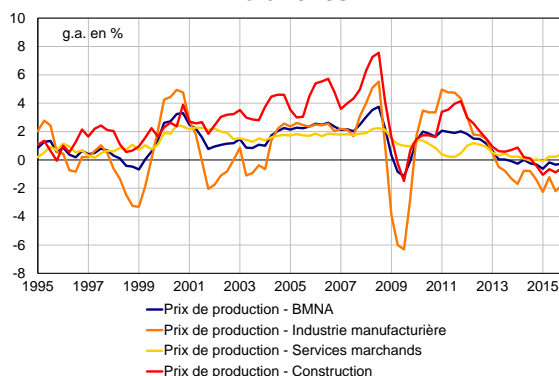
Graphique 66 : prix de production BMNA – marché intérieur et prix d'exportation



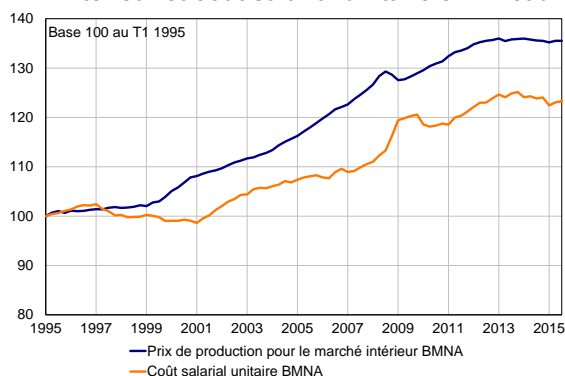
Graphique 67 : prix de production selon les branches



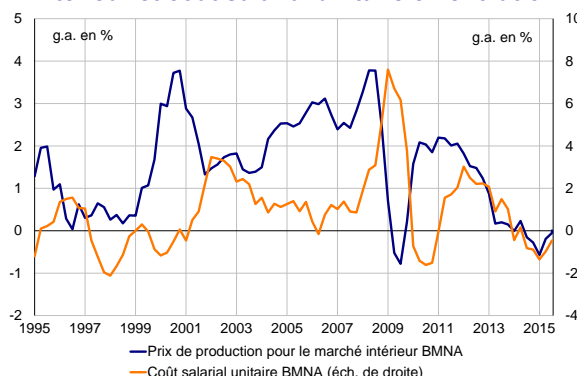
Graphique 68 : prix de production selon les branches



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

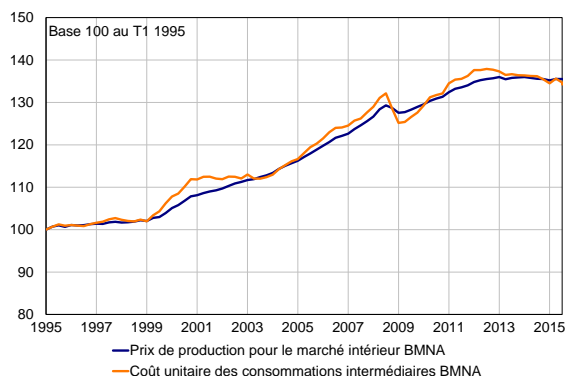


Graphique 70 : prix de production pour le marché intérieur et coût salarial unitaire en évolution

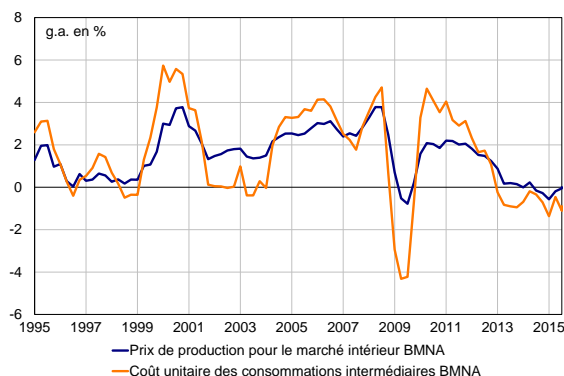


³⁸ En termes techniques, seule l'utilisation à cette tendance temporaire permet d'obtenir une force de rappel statistiquement significative et économiquement notable.

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.

Tend₂₀₀₈₋₂₀₁₂ : Tendence linéaire temporaire entre le 1^{er} trimestre 2008 et le 4^{ème} trimestre 2012.

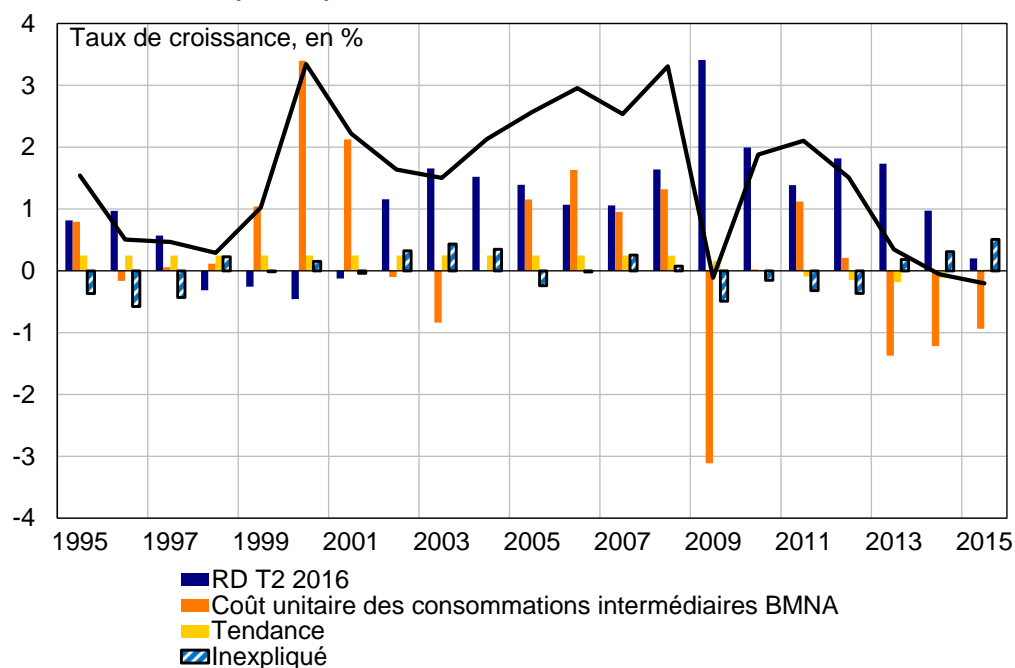
Tableau 9 : élasticités du prix de production manufacturière à ses déterminants

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

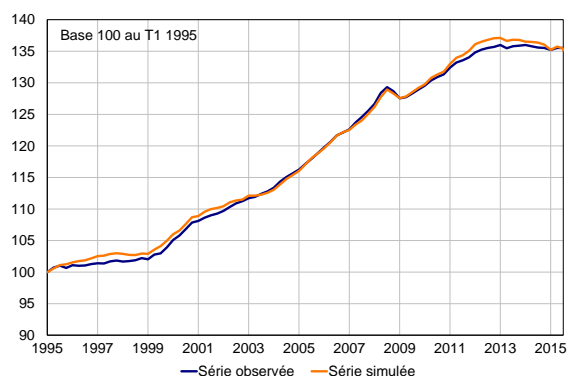
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale₂₀₁₇, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

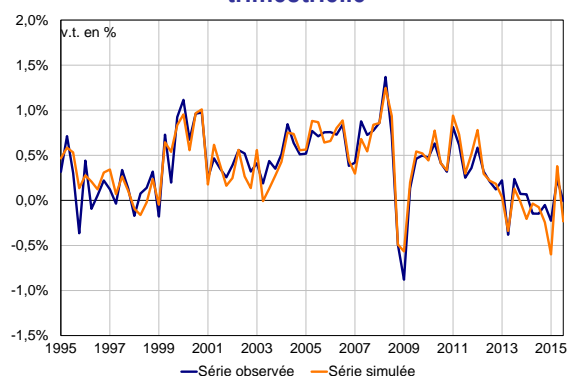
Graphique 73 : évolution du prix de production manufacturière et contribution des déterminants



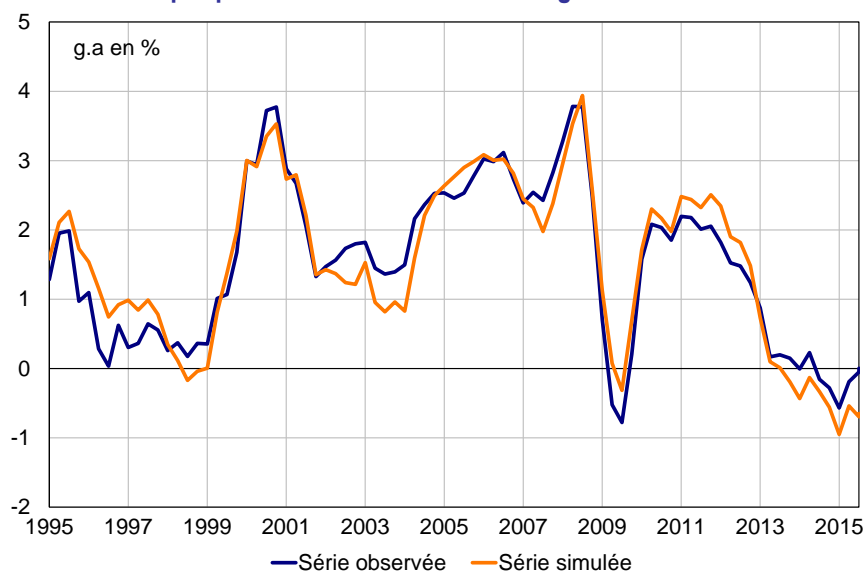
Graphique 74 : observé et simulé en niveau



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.

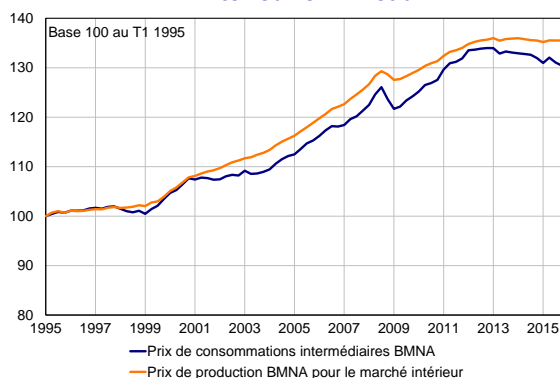
3.3. Le prix des consommations intermédiaires des branches marchandes

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

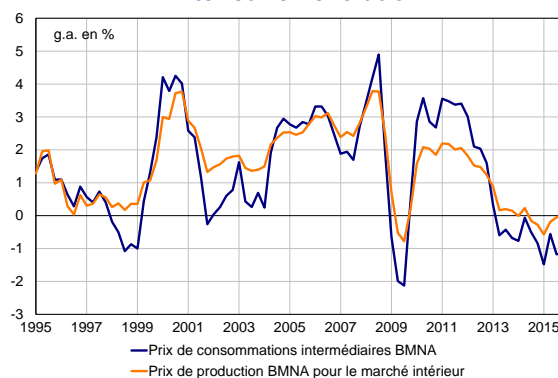
- Le **déflateur de la production des branches marchandes non agricoles pour le marché intérieur**. Cette variable reflète le prix des consommations intermédiaires produites par des entreprises domestiques. Cette variable n'apparaît pas dans la dynamique de court terme de l'équation afin d'éviter un 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.

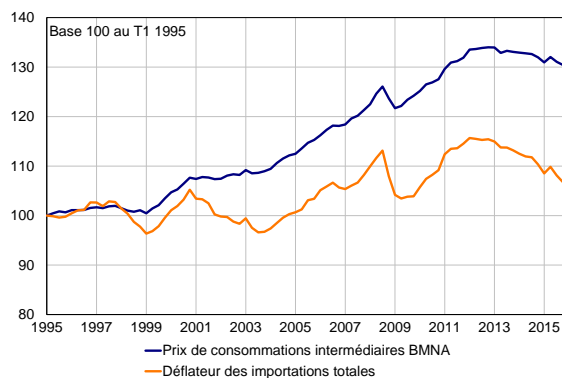
Graphique 77 : prix de consommations intermédiaires et prix de production pour le marché intérieur en niveau



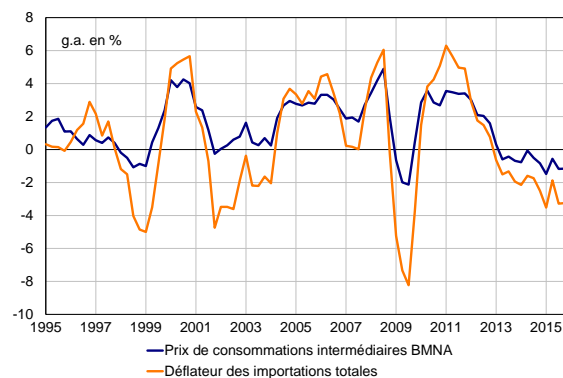
Graphique 78 : prix de consommations intermédiaires et prix de production pour le marché intérieur en évolution



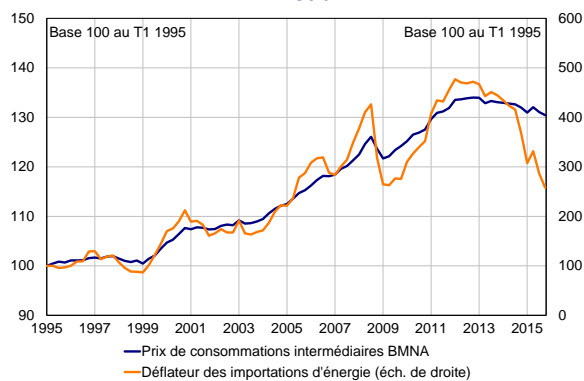
Graphique 79 : prix de consommations intermédiaires et déflateur des importations totales en niveau



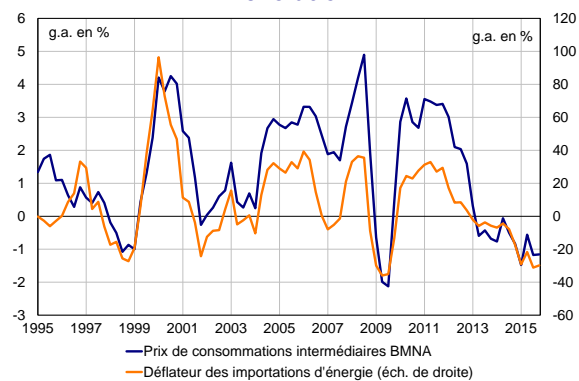
Graphique 80 : prix de consommations intermédiaires et déflateur des importations totales en évolution



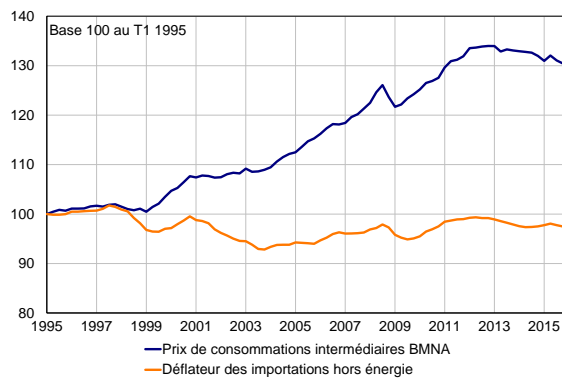
Graphique 81 : prix de consommations intermédiaires et prix d'importations d'énergie en niveau



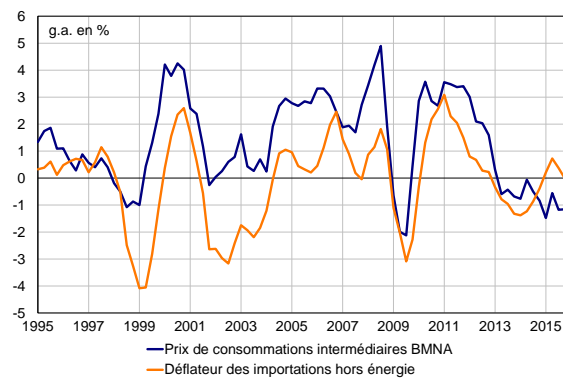
Graphique 82 : prix de consommations intermédiaires et prix d'importations d'énergie en évolution



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

$$\Delta \log PxCI = 0,0022 + 0,16 \Delta \log PxCI_{-1} + 0,050 \Delta PxImportNRJ + 0,25 \Delta PxImporthNRJ$$

(4,9) (2,5) (11,6) (4,2)

$$- 0,39 \left[\log PxCI \right.$$

(-3,0)

$$\left. - \left(0,78 \log PxProdMI_{-1} + (1 - 0,78) PxImport_{-1} + 0,00175 Tend_{2008-2011} \right. \right.$$

(*) (c) (*)

$$\left. - 0,0109 \right) \left. \right]$$

(*)

R² = 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.

Tend₂₀₀₈₋₂₀₁₁ : Tendence linéaire entre le 1^{er} trimestre 2009 et le 4^e trimestre 2011.

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

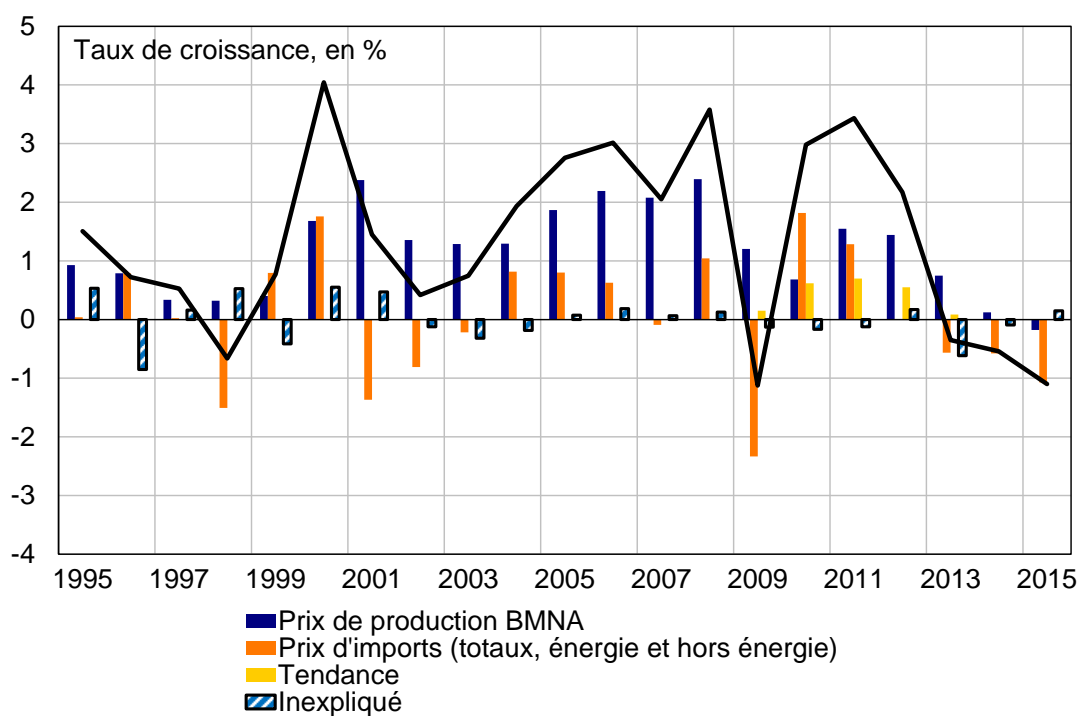
En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Prix de production BMNA (+1 %)	0,00	0,31	0,54	0,67	0,38	0,76	0,78	0,78
Prix des importations totales (+1 %)	0,30	0,32	0,28	0,25	0,29	0,23	0,22	0,22
Prix des importations hors énergie (+1 %)	0,25	0,27	0,24	0,22	0,24	0,20	0,19	0,19
Prix des importations d'énergie (+1 %)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

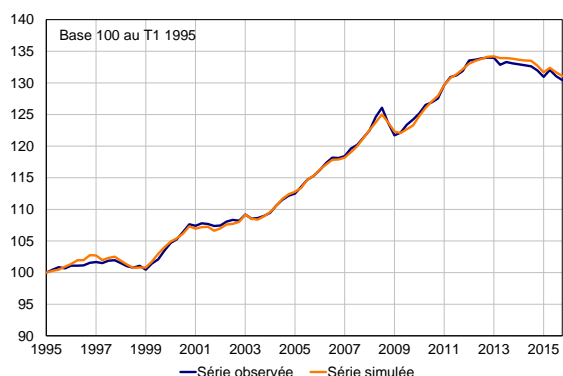
Sources : modèle Opale₂₀₁₇, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

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 %).

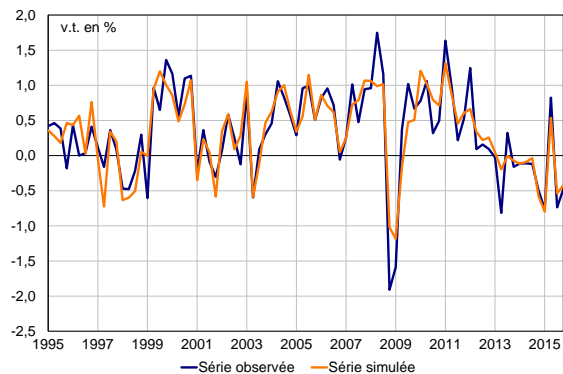
Graphique 85 : évolution du déflateur des consommations intermédiaires et contribution des déterminants



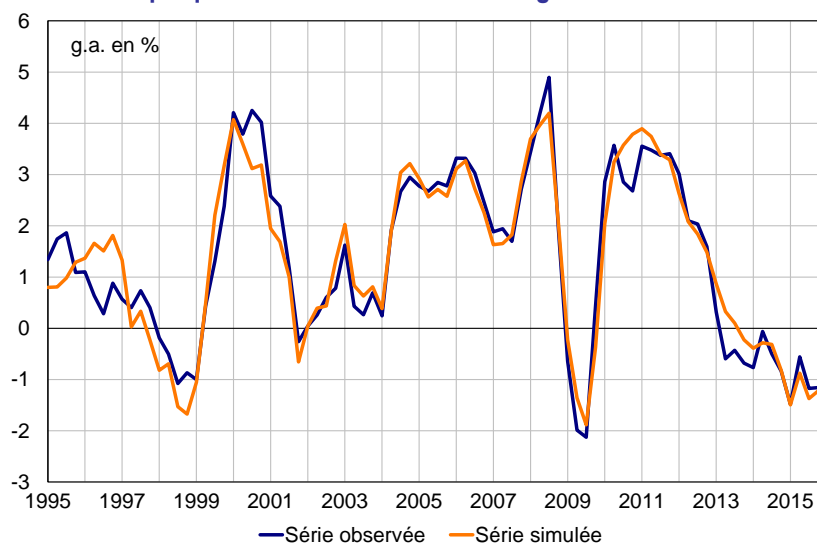
Graphique 86 : observé et simulé en niveau



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*₂₀₁₀, *Mésange*₂₀₁₀). 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 raffinés³⁹, et non sur l'ensemble des biens manufacturés. En effet, les déflateurs des importations et exportations de carburants raffinés⁴⁰ 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.

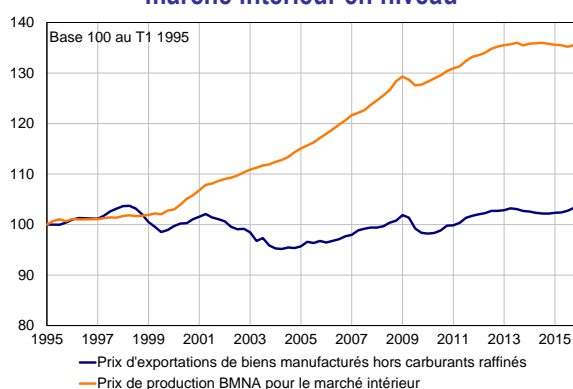
³⁹ Soient les produits C1, C3, C4 et C5 de la nomenclature NAF rév. 2 utilisée par les comptes nationaux français.

⁴⁰ Produit C2 de la nomenclature NAF rév. 2.

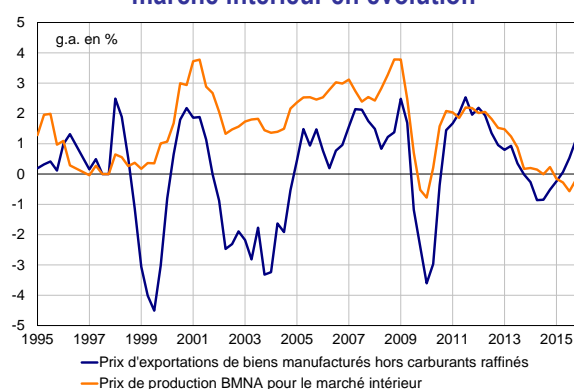
Les spécifications retenues pour les déflateurs des exportations et des importations sont similaires, de sorte que les fluctuations des prix étrangers et des taux de change aient des effets progressifs et lisses sur les termes de l'échange extérieur :

- 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**⁴¹, 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.

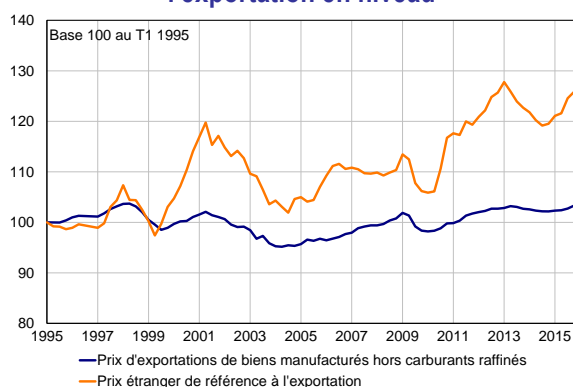
Graphique 89 : déflateur des exportations de biens manufacturés et prix de production pour le marché intérieur en niveau



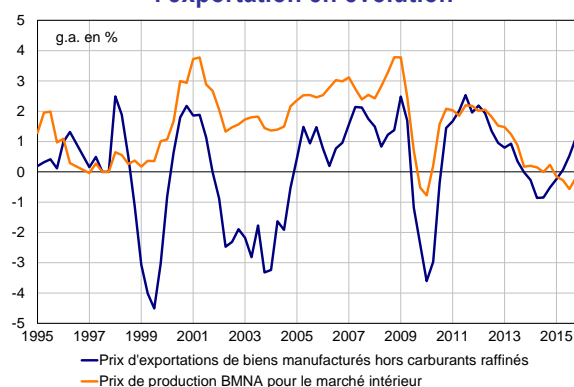
Graphique 90 : déflateur des exportations de biens manufacturés et prix de production pour le marché intérieur en évolution



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

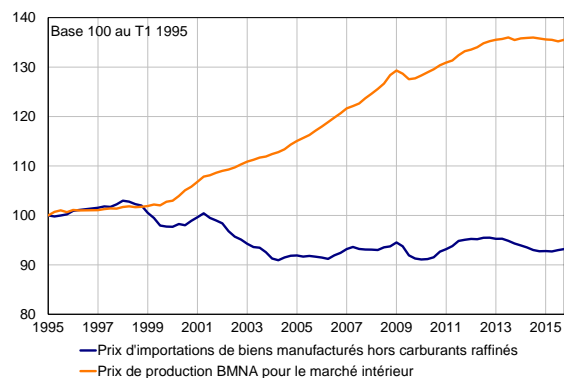


Graphique 92 : déflateur des exportations de biens manufacturés et prix étranger de référence à l'exportation en évolution

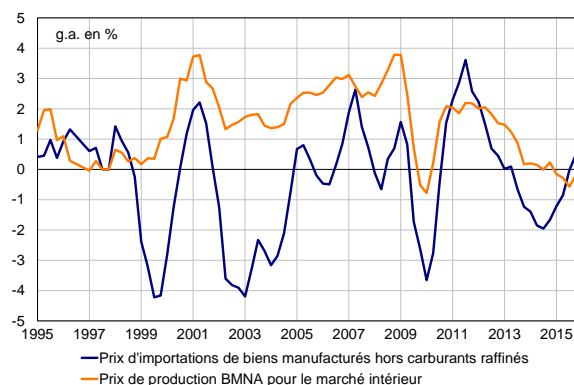


⁴¹ Sur le champ des branches marchandes non-agricoles (BMNA) du marché intérieur.

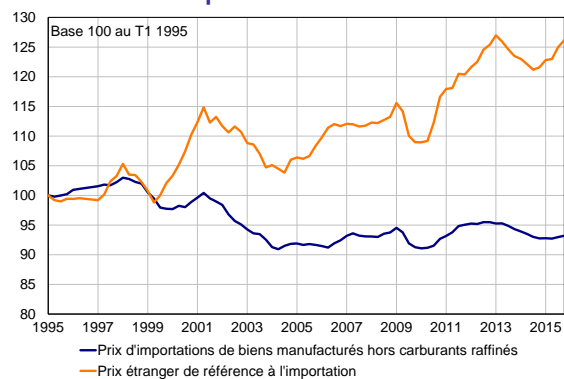
Graphique 93 : déflateur des importations de biens manufacturés et prix de production pour le marché intérieur en niveau



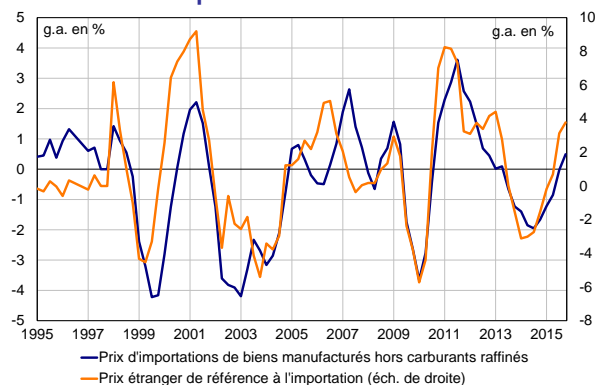
Graphique 94 : déflateur des importations de biens manufacturés et prix de production pour le marché intérieur en évolution



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.

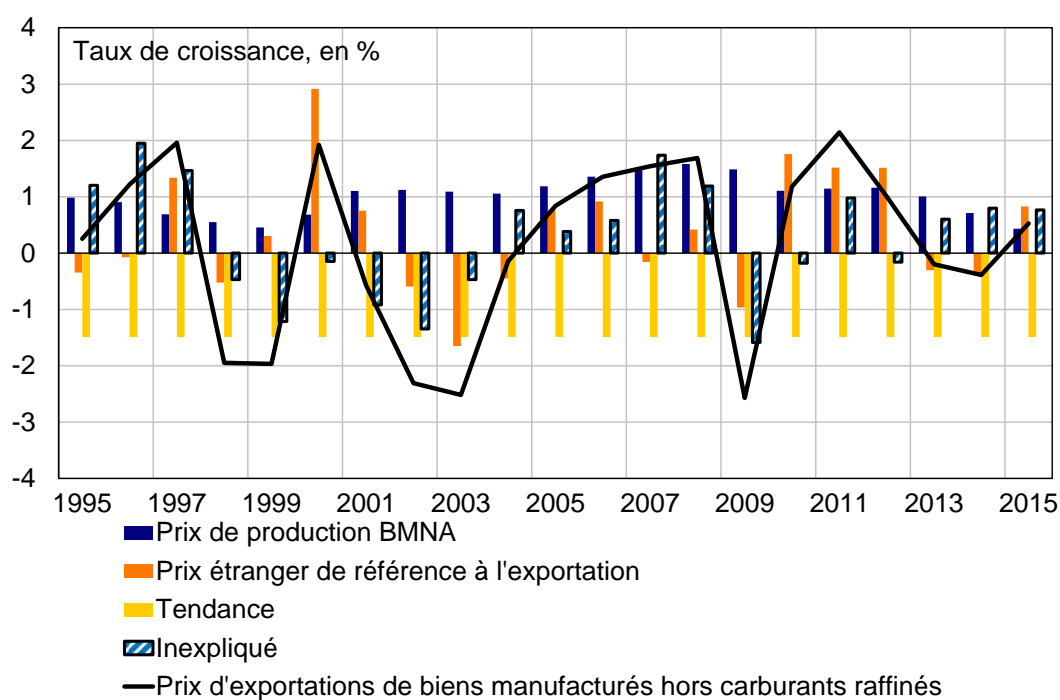
Tableau 11 : élasticités du déflateur des exportations de biens manufacturés hors carburants raffinés à ses déterminants

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

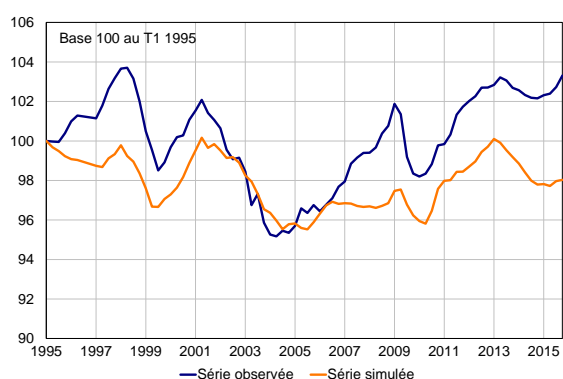
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale₂₀₁₇, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

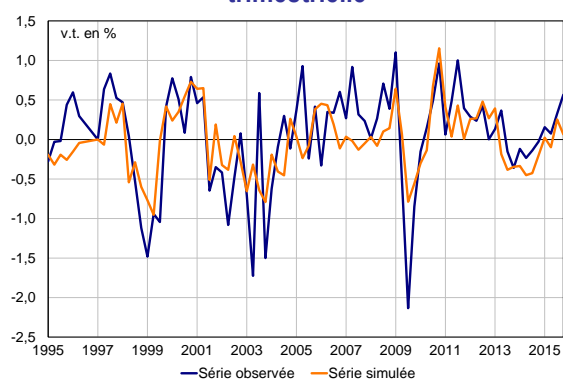
Graphique 97 : évolution du déflateur des exportations de biens manufacturés et contribution des déterminants



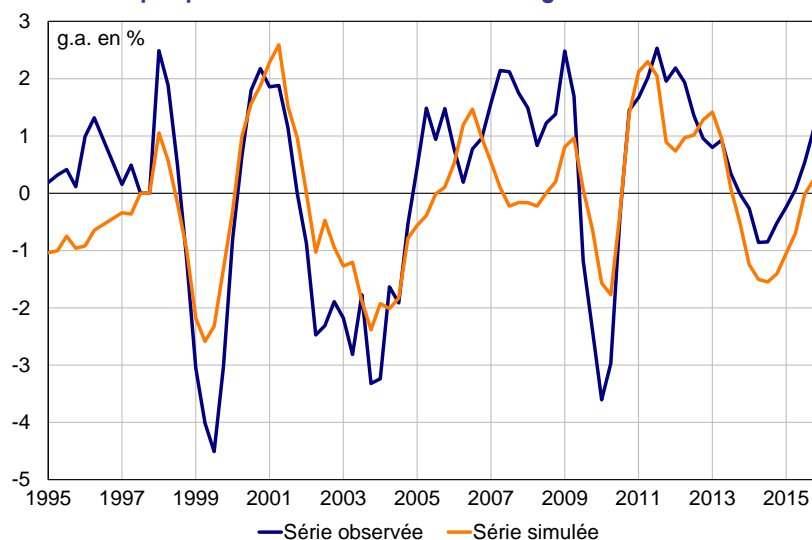
Graphique 98 : observé et simulé en niveau



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.

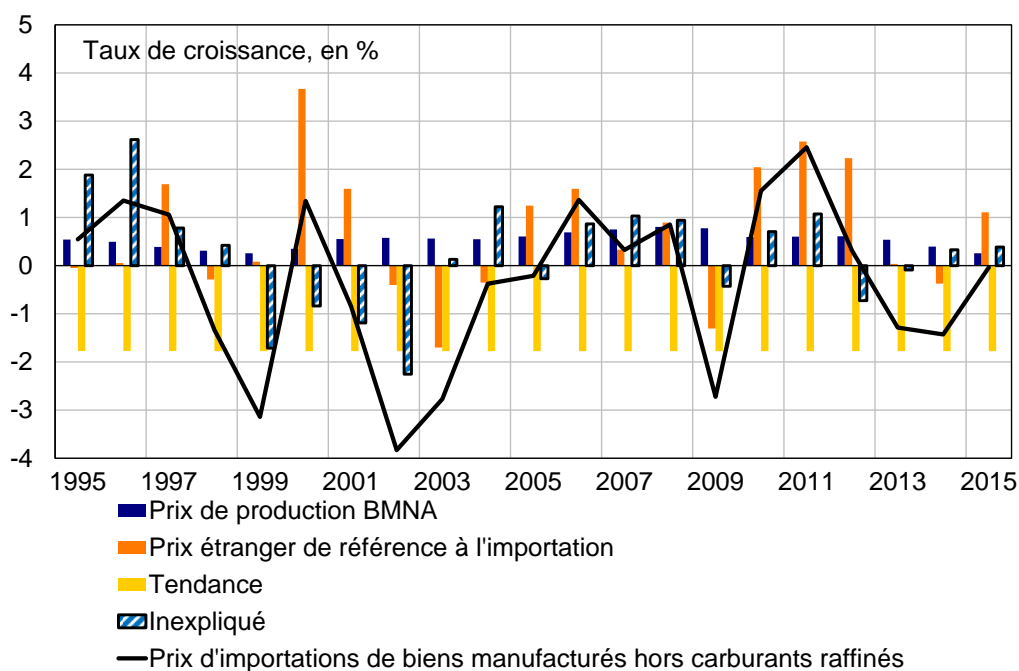
Tableau 12 : élasticités du déflateur des importations de biens manufacturés hors carburants raffinés à ses déterminants

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

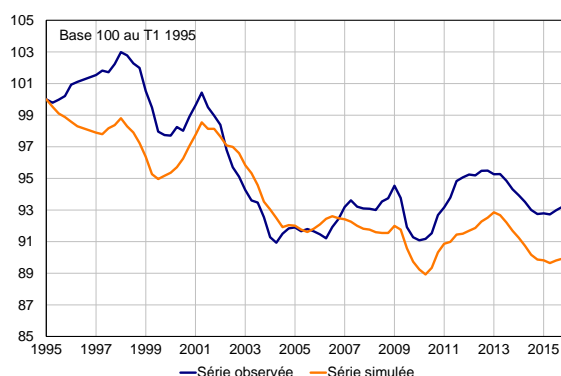
Note de lecture : effet en niveau sur la variable expliquée.

Sources : modèle Opale₂₀₁₇, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

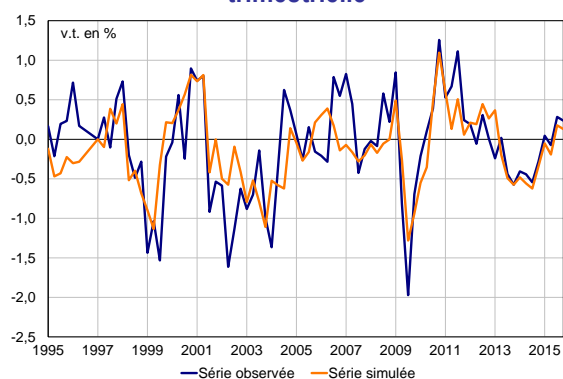
Graphique 101 : évolution du déflateur des importations de biens manufacturés et contribution des déterminants



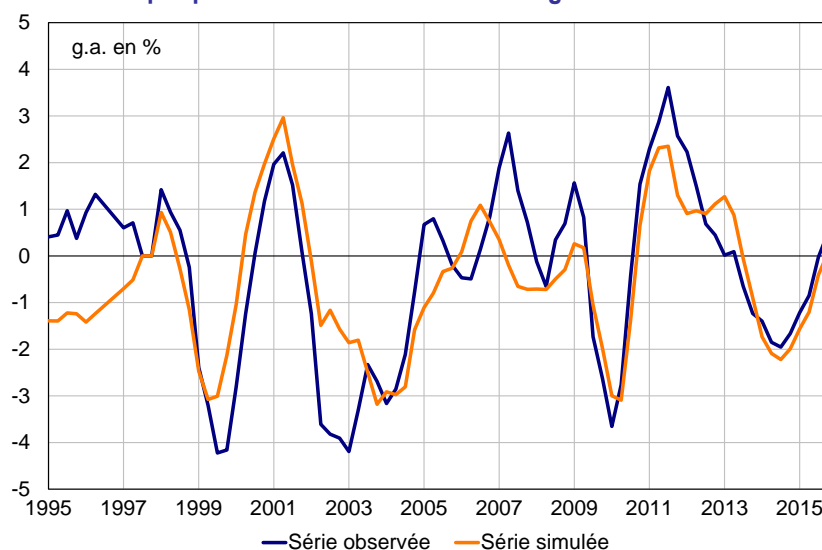
Graphique 102 : observé et simulé en niveau



Graphique 103 : observé et simulé en variation trimestrielle



Graphique 104 : observé et simulé en glissement annuel

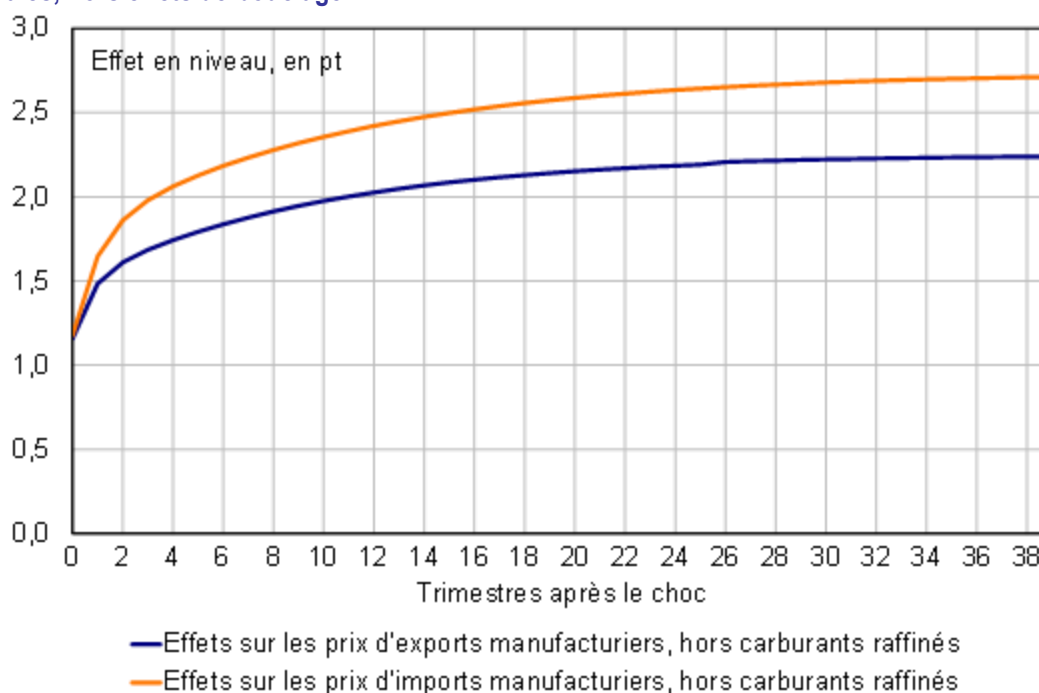


Les deux équations ne retracent qu'imparfaitement les évolutions des déflateurs des échanges de biens manufacturés. L'équation de prix d'exportations ne permet pas de reproduire le dynamisme observé avant la crise, la forte baisse de 2009, et suggère des prix d'exportations en forte baisse en fin de 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*₂₀₁₇, 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

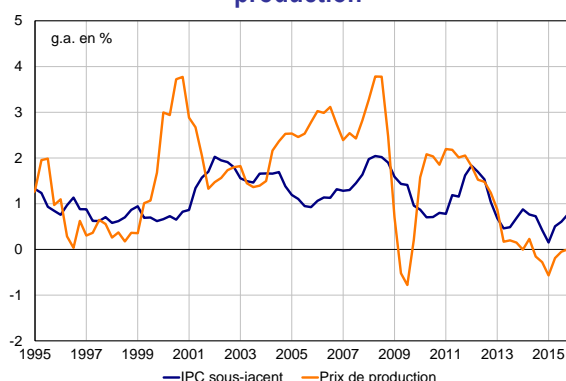
3.5.1. L'indice des prix à la consommation sous-jacent

La modélisation de l'inflation sous-jacente⁴² reste proche de la précédente version du modèle *Opale* et repose sur deux déterminants :

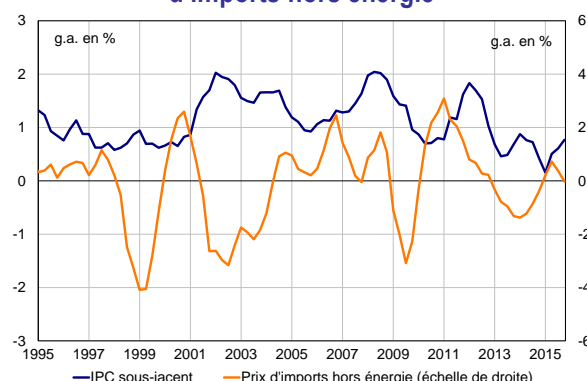
- Le **déflateur de la production des branches marchandes non agricoles pour le marché intérieur** reflète le prix des biens et services produits par des entreprises domestiques.
- Le **déflateur des importations hors énergie** reflète le prix des biens et services importés sur un champ proche de celui 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**⁴³ mais aussi les effets baissiers induits par un changement de pondération de l'IPC en 2005⁴⁴. 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 services⁴⁵

Graphique 106 : inflation sous-jacente et prix de production



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



⁴² La série d'IPC sous-jacent retenue dans *Opale*₂₀₁₇ diffère de la série employée dans *Opale*₂₀₁₀ 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*₂₀₁₇, les hausses (respectivement) les baisses de TVA contribuent à la hausse (resp. à la baisse) de l'inflation sous-jacente.

⁴³ 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^e trimestre 2004 et le premier trimestre 2008.

⁴⁴ 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.

⁴⁵ 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_{Galland} : Indicateur valant 1 à partir du 1^{er} 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 énergie⁴⁶.

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

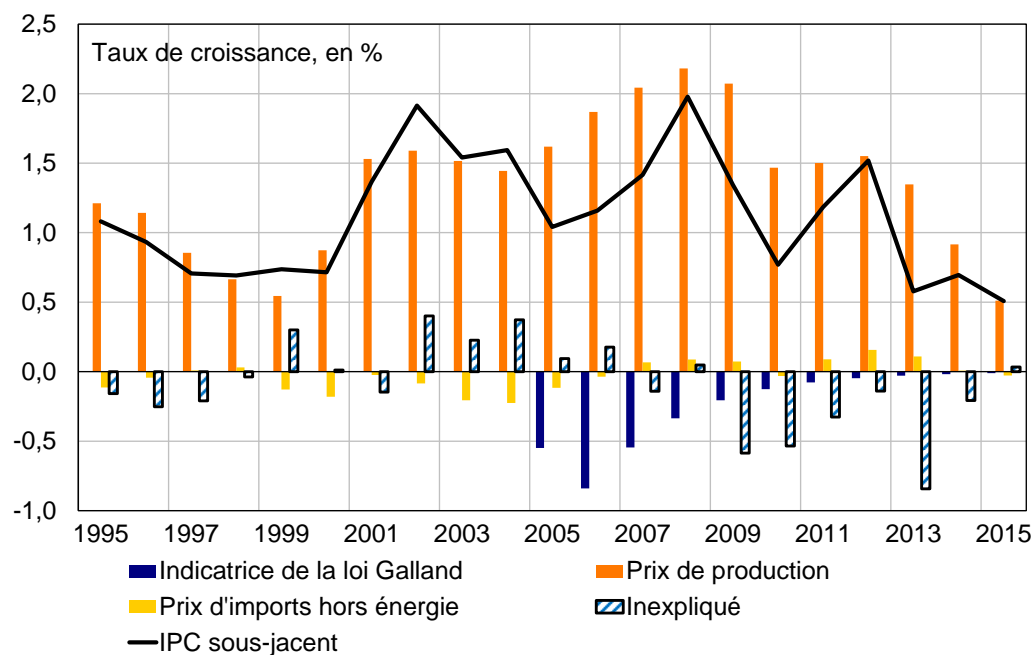
En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Prix de production BMNA (+1 %)	0,00	0,06	0,13	0,20	0,10	0,36	0,73	0,84
Prix des imports hors énergie (+1 %)	0,00	0,01	0,02	0,04	0,02	0,07	0,14	0,16

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

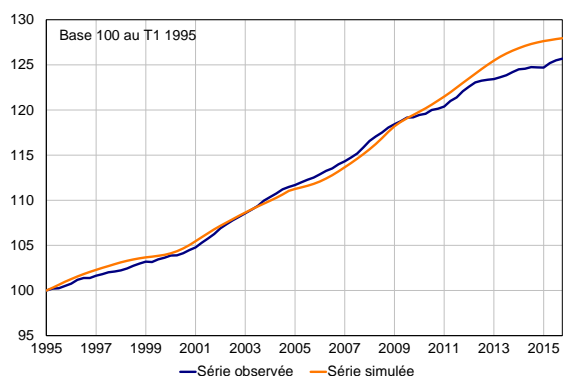
Sources : modèle *Opale*₂₀₁₇, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

⁴⁶ Déflateur des importations sur le champ total hors produits DE et C2.

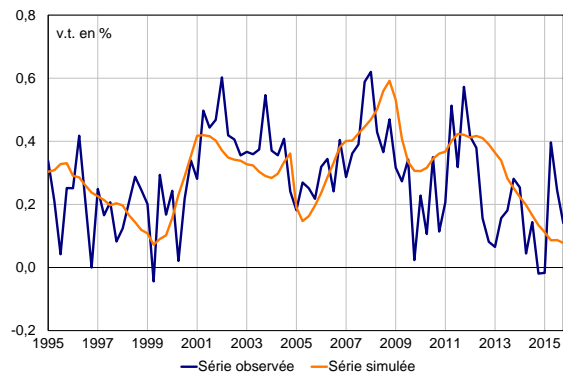
Graphique 108 : évolution de l'inflation sous-jacente et contribution des déterminants



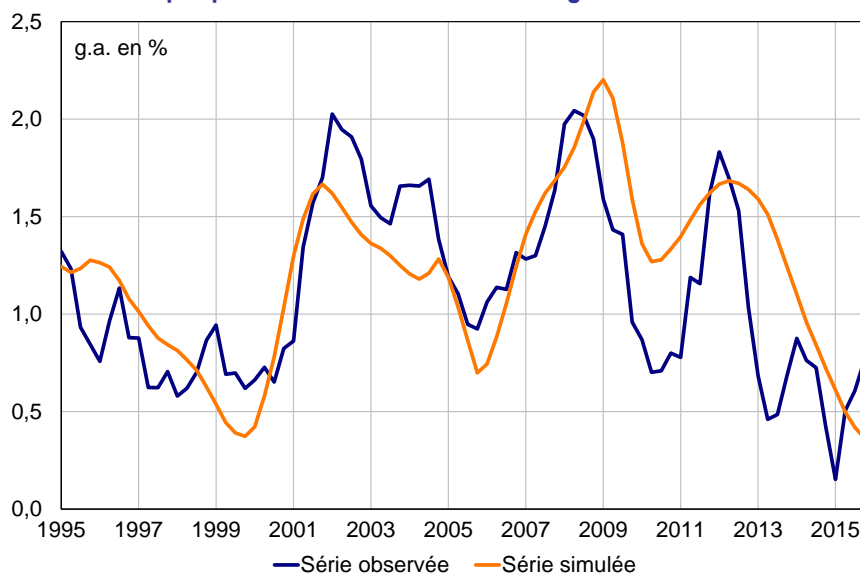
Graphique 109 : observé et simulé en niveau



Graphique 110 : observé et simulé en variation trimestrielle



Graphique 111 : observé et simulé en glissement annuel



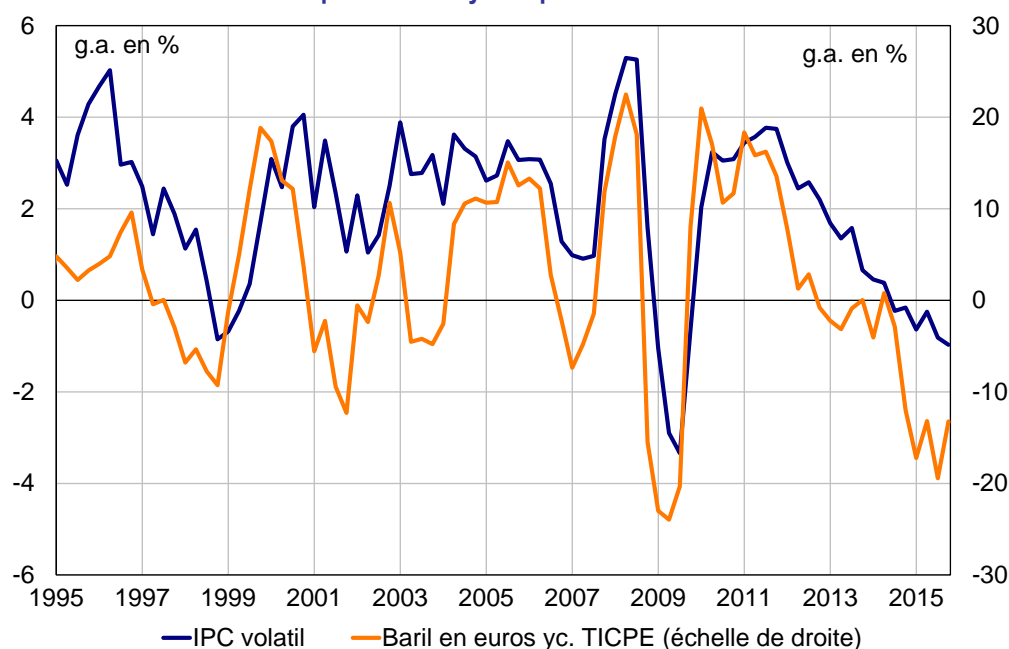
Cette modélisation simple de l'inflation sous-jacente ne permet pas de capter finement les évolutions au trimestre le trimestre mais parvient à capter de façon satisfaisante les principales tendances de moyen-terme. En fin de période toutefois, l'équation est moins performante et surestime systématiquement 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*₂₀₁₇ comporte une équation d'IPC volatil⁴⁷ 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 baril⁴⁸.

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



⁴⁷ 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.

⁴⁸ 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

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

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

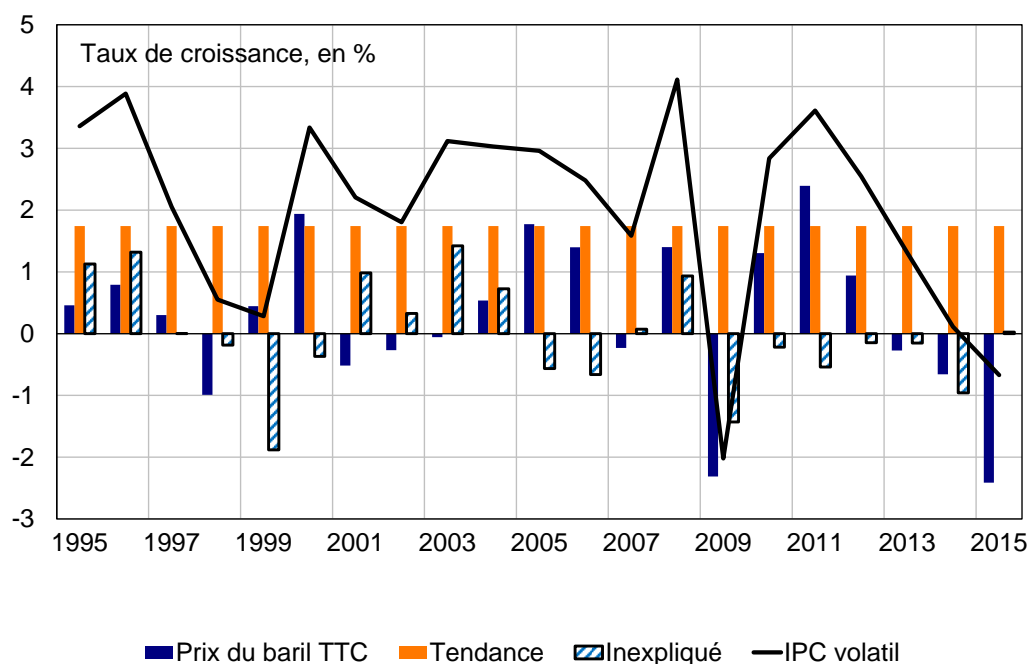
En niveau	1T	2T	3T	4T	1A	2A	5A	LT
Prix du baril TTC (+1 %)	0,09	0,10	0,14	0,16	0,12	0,16	0,15	0,15

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

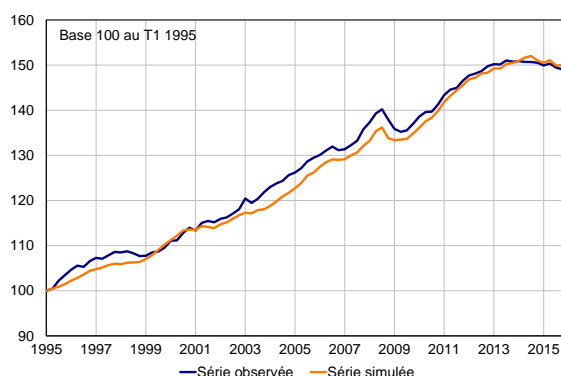
Sources : modèle *Opale*₂₀₁₇, calculs des auteurs. Les effets à un an, deux ans et cinq ans sont donnés en moyenne annuelle.

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.

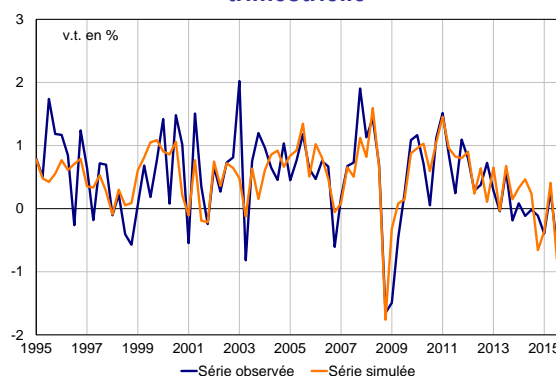
Graphique 113 : évolution de l'inflation volatile et contribution des déterminants



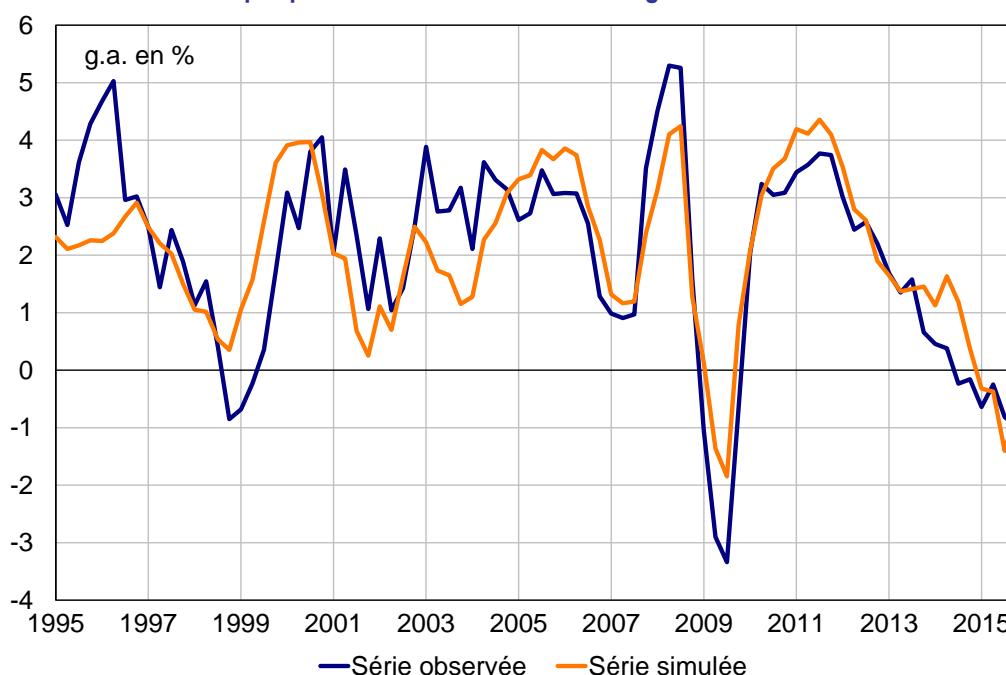
Graphique 114 : observé et simulé en niveau



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 observés lors de la crise 2009.