

L'économie numérique fausse-t-elle le partage volume-prix du PIB ? L'expérience française

Does the Digital Economy Distort the Volume-Price Split of GDP? The French Experience

Lorraine Aeberhardt*, Florian Hatier**, Marie Leclair*,
Benoît Pentinat* et Jean-Denis Zafar***

Résumé – Le ralentissement de la croissance économique ces vingt dernières années contraste avec la numérisation de l'économie. De ce fait certains économistes s'interrogent sur un problème éventuel de mesure du PIB et notamment de son partage volume-prix. L'article revient sur les méthodes utilisées par les statisticiens, avec un focus sur le cas français, pour distinguer les changements de prix des changements de volume, en s'intéressant particulièrement aux particularités et aux difficultés liées à l'économie numérique : les biens et les services de communication, l'existence de formes de ventes numériques, l'apparition de nouveaux services, le développement de services gratuits. Si les méthodes mises en place méritent d'être questionnées, une simulation montre qu'une erreur sur la mesure des prix des produits d'information et de communication n'est pas de nature à expliquer le ralentissement de la croissance économique.

Abstract – The slowdown in economic growth over the past two decades is in contrast with the digitisation of the economy. As a result, certain economists are wondering about a possible problem in measuring GDP and, in particular, its volume-price split. The article reviews the methods used by statisticians, with a focus on France, to distinguish changes in price from changes in volume, with a particular attention to the particularities and difficulties linked with the digital economy: communication goods and services, the existence of forms of digital sales, the emergence of new digital services and the development of free services. While the methods put in place deserve to be questioned, a simulation shows that an error in the measurement of the prices of information and communication products is not likely to explain the slowdown in economic growth.

Codes JEL / JEL Classification : E31, E01, O3

Mots-clés : partage volume-prix, PIB, indices des prix à la consommation, économie numérique

Keywords: volume-price split, GDP, consumer price indices, digital economy

Rappel - Les jugements et opinions exprimés par les auteurs n'engagent qu'eux mêmes, et non les institutions auxquelles ils appartiennent, ni a fortiori l'Insee.

*Insee (lorraine.aeberhardt@insee.fr; marie.leclair@insee.fr; benoit.pentinat@insee.fr); **DSED, Insee lors de la rédaction de l'article (florian.hatier@interieur.gouv.fr); ***AXA, Insee lors de la rédaction de l'article

Nous remercions pour leur relecture et leur appui Didier Blanchet, Ronan Mahieu, Guillaume Hourriez, Chantal Cases et Pascal Chevalier ainsi que deux rapporteurs anonymes.

Reçu le 28 septembre 2018, accepté après révisions le 15 mai 2019.

Citation: Aeberhardt, L., Hatier, F., Leclair, M., Pentinat, B. & Zafar, J.-D. (2020). Does the Digital Economy Distort the Volume-Price Split of GDP? The French Experience. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 517-518-519, 139–156. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2020.517t.2027>

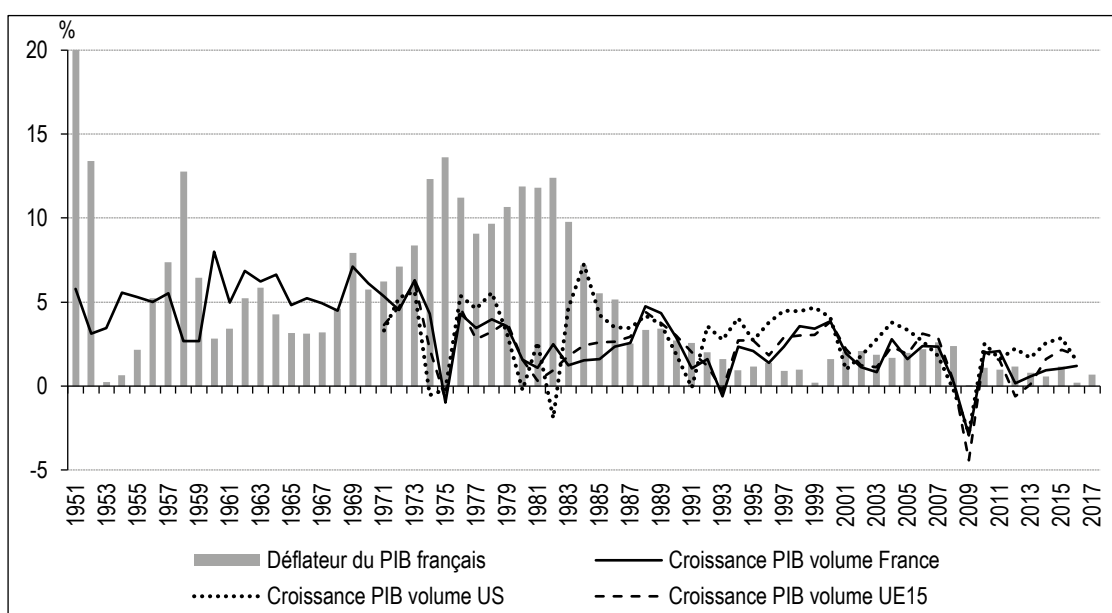
Dans de nombreux pays développés, la croissance économique a beaucoup ralenti ces vingt dernières années. Avec une première baisse au début des années 70, certains pays (mais pas la France, figure I ; Cette *et al.*, 2016) ont connu une légère accélération de la productivité au milieu des années 90 grâce au développement des nouvelles technologies de l'information ; depuis le milieu des années 2000, cette productivité aurait ralenti (Syverson, 2017). Or sur cette période, l'économie a connu des bouleversements importants grâce au développement numérique : innovation sur le matériel informatique et intégration de l'intelligence artificielle dans de nombreux biens, développement des services de communication et du e-commerce mais également numérisation de contenus culturels, de services traditionnels ou encore apparition de services nouveaux, notamment d'intermédiation entre particuliers. Cette numérisation de l'économie ne se serait donc pas traduite par une augmentation de la croissance économique.

Si certains économistes recherchent des raisons économiques au ralentissement de la productivité, et plus généralement du PIB, d'autres s'interrogent sur un problème éventuel de mesure du PIB (Feldstein, 2017) : la croissance économique n'aurait pas ralenti mais elle échapperait aux outils traditionnels de mesure du PIB. Comme résumé dans Blanchet *et al.* (2018), cette problématique de la mesure du PIB couvre différentes dimensions. La première est celle du

périmètre du PIB. Le PIB n'est pas une mesure du bien-être (Vanoli, 2002), il exclut en effet un certain nombre de productions gratuites à l'origine d'un débat ancien autour notamment de la non-prise en compte de la production non marchande de services par les ménages. L'explosion de services numériques gratuits (fournis par des entreprises se finançant par la publicité ou par les ménages eux-mêmes) a relancé ce débat (Ahmad & Schreyer, 2016). De ce fait, il pourrait y avoir un décalage entre la mesure de la croissance économique et la perception par les agents d'une amélioration de leur bien-être. Un deuxième problème est celui de la localisation de la production : la mondialisation, avec la conception puis la production des différents composants d'un produit dans des pays différents, rendrait plus difficile la localisation dans un pays donné de la richesse créée. Un troisième problème, enfin, est la question de la mesure du partage volume-prix et de la pertinence des outils traditionnels utilisés pour le mesurer.

Le présent article s'intéresse à cette dernière question du partage volume-prix. Reinsdorf & Schreyer (2018) voient trois raisons pour lesquelles la numérisation de l'économie affecterait le partage volume-prix : une mauvaise prise en compte des changements de qualité lors de l'apparition d'une nouvelle génération d'un produit existant, une prise en compte trop tardive des produits numériques entièrement nouveaux et enfin la non-prise en compte de nombreux

Figure I – Taux de croissance annuel du PIB et de son déflateur depuis 1951, en %



Source : OCDE, taux de croissance annuel en volume.

produits numériques gratuits, faute d'imputation de prix fictifs.

Divers articles ont cherché à mesurer l'impact de ces problèmes de partage volume-prix sur la mesure de l'inflation ou du PIB. Aghion *et al.* (2019) évaluent ainsi la sous-estimation de la croissance américaine, imputable à la mauvaise prise en compte par les indices de prix de l'apparition de nouveaux produits et du remplacement d'entreprises par d'autres, à 0.7 point par an de 2006 à 2013. Avec le même modèle appliqué sur données françaises, Aghion *et al.* (2018) obtiennent une sous-estimation à 0.4 point par an. Toutefois, ce problème de mesure existe déjà lors des périodes précédentes et ne saurait donc expliquer entièrement le ralentissement de l'économie. Groshen *et al.* (2017) estiment un biais d'erreur de mesure de 0.4 point de croissance par an, à peu près stable depuis le milieu des années 1990. Un biais d'ordre équivalent est estimé par Reinsdorf & Schreyer (2017).

Cette problématique et ces critiques sont loin d'être nouvelles. Rappelons que, dans les années 1990, le rapport de la commission Boskin (Boskin *et al.*, 1996) concluait que l'inflation américaine était surestimée de l'ordre de 1.1 point par an, en lien avec une mauvaise prise en compte dans les indices de prix des évolutions de la consommation. Ce rapport avait donné lieu à des questionnements de la plupart des statisticiens des prix. Dans le cas français, l'impact sur l'inflation avait été jugé bien inférieur (Lequiller, 1997). Depuis ce rapport, un certain nombre de corrections ont été apportées pour mieux prendre en compte les substitutions entre produits (mise à jour plus rapide des pondérations – ce qui dans le cas français avait en réalité très peu d'impact) mais la plupart des questionnements de l'époque sont encore d'actualité.

Le présent article illustre et discute les difficultés du partage volume-prix liées à la numérisation de l'économie dans le cadre de la comptabilité nationale et de l'indice français des prix à la consommation. La première section décrit les méthodes utilisées par les comptes nationaux pour effectuer le partage volume-prix du PIB, puis la deuxième revient sur les difficultés spécifiques de partage-volume prix des produits des technologies de l'information et de la communication (TIC). La troisième section s'intéresse aux modifications plus générales des offres commerciales par la numérisation, puis une dernière section propose une simulation de l'impact que pourrait avoir une erreur de mesure sur les prix des produits des TIC sur le constat de ralentissement du PIB français.

1. Le partage volume-prix dans les comptes nationaux français

La comptabilité nationale mesure l'ensemble des agrégats d'offre et de demande en valeur, c'est-à-dire en euros courants. Afin de savoir si un de ces agrégats a crû entre deux périodes, elle distingue un facteur prix reflétant le mouvement des prix et un facteur volume qui mesure l'évolution des agrégats corrigée des effets de l'inflation.

1.1. La notion de volume

La croissance en volume qui sert notamment au pilotage macro-économique et conjoncturel est une notion difficile à définir précisément. Dans une économie « simple », essentiellement constituée de biens « physiques », cette notion serait relativement aisée à décrire. Dans cette économie, la croissance du PIB en volume représenterait l'évolution des quantités consommées, investies, stockées sur le territoire ou encore échangées avec le reste du monde.

Mais même dans cette économie simple, la mesure du volume du PIB se heurte à plusieurs difficultés. Tout d'abord, additionner des quantités de produits élémentaires n'a pas de sens : il faut que ces quantités soient commensurables et c'est pourquoi l'estimation du volume du PIB repose sur une formule de Laspeyres¹ qui conduit à attribuer à ces quantités élémentaires le prix qu'elles ont à une période donnée (voir Annexe en ligne C1 – lien vers les Annexes en ligne à la fin de l'article). Cette comptabilisation repose sur l'hypothèse que les prix relatifs de ces produits élémentaires reflètent bien la différence d'utilité que l'on peut en retirer². Cette hypothèse peut être discutée et on verra que de nombreuses questions autour de la mesure de l'économie numérique portent sur ce point.

Par ailleurs, l'amélioration de la qualité d'un bien doit se traduire par un surcroît de croissance du PIB en volume. Par exemple, un vêtement conçu avec un nouveau tissu de très bonne qualité, et vendu au même prix qu'un vêtement « classique », aura probablement une durée de vie plus

1. Utiliser une formule de Laspeyres est la solution la plus couramment retenue, essentiellement pour des aspects pratiques (simplicité de la formule, disponibilité des informations), mais il existe de nombreuses formes d'indices permettant d'agrèger ces quantités, dont des indices superlatifs qui permettent de mieux prendre en compte les effets de substitution.

2. Le Système Européen des Comptes (2010) précise les différents cas où une différence de prix à un moment donné, ne saurait refléter une différence de qualité des produits ; défaut de concurrence, information imparfaite du consommateur, discrimination par les prix, etc.

longue. Le ménage qui achète le vêtement de très bonne qualité voit alors son utilité s'accroître avec l'arrivée du nouveau bien. Cette augmentation de l'utilité doit être transcrite dans une croissance du volume, le volume mesurant tout à la fois des évolutions de quantité et de qualité.

1.2. Une mesure complexe

Pour passer de la notion de valeur à la notion de volume, dans la majorité des cas, la comptabilité nationale s'appuie sur des indices des prix ; ceux-ci permettent de déflater des agrégats en valeur par des évolutions de prix « pures » (hors évolution de la structure de l'agrégat ou de la qualité des produits le constituant). Pour parvenir à une telle mesure, les indices de prix sont en général des indices à panier fixe, c'est-à-dire que les prix de produits identiques sont suivis au cours du temps, leur poids dans l'indice étant lui aussi fixe dans le temps. Cette méthode est bien adaptée pour une économie stable sans renouvellement de produits, ni évolution de la consommation. Elle l'est moins dans une économie en perpétuelle évolution.

1.2.1. La prise en compte des effets de substitution

Une première difficulté est que le comportement des agents évolue en général en fonction des prix. Prenons par exemple la consommation des ménages : l'augmentation du prix d'un produit amènera probablement le consommateur à lui substituer un produit proche moins onéreux ; cet effet de substitution par le consommateur permettra de limiter sa perte d'utilité due à l'augmentation des prix. Si l'on souhaite définir l'inflation comme l'évolution du revenu du consommateur lui permettant d'atteindre le même niveau d'utilité qu'au cours de la période précédente et malgré l'augmentation des prix (indice des prix dit à « utilité constante », voir Magnien & Pougard, 2000 ; Sillard, 2017), alors on souhaite prendre en compte ces effets de substitution. Un indice de volume fondé sur les pondérations de prix fixes passées aura tendance à donner trop de poids au produit dont le prix baisse et à négliger ces effets de substitution. Afin de limiter ce problème, qui avait été reproché, dans le rapport Boskin, à l'estimation de l'inflation américaine dans les années 90, les comptes nationaux français pratiquent le chaînage annuel de ces évolutions en volume depuis la base 1995.

Les mêmes difficultés apparaissent avec les indices de prix à base fixe, et c'est pourquoi

l'indice des prix à la consommation (IPC, voir Annexe en ligne C2), principal indice utilisé par les comptes nationaux, pratique également le chaînage, et ce depuis les années 70 : le panier de N produits dont les prix, p_i , sont suivis chaque mois ainsi que les pondérations associées q_i sont fixes au cours d'une année a mais sont renouvelés chaque année. L'IPC est ainsi un indice à panier fixe annuel.

Plus précisément, au niveau le plus agrégé, l'IPC est un indice de Laspeyres : au cours d'une année, il pondère le rapport des prix par les quantités observées sur le passé (période $a-1$). Ainsi on peut définir un IPC, au cours d'une année a comme un indice valant 100 en décembre de l'année précédente.

$$I_t^{12,a-1} = \frac{\sum_{i=1}^N p_i^t q_i^{a-1}}{\sum_{i=1}^N p_i^{12,a-1} q_i^{a-1}} \quad (1)$$

où $I_t^{12,a-1}$ est l'indice des prix observé au cours du mois t de l'année a exprimé avec une référence qui vaut 100 en décembre de l'année $a-1$, p_i^t le prix du produit i au cours de ce mois t et q_i^{a-1} la quantité du produit i consommée au cours de l'année $a-1$, $p_i^{12,a-1}$ le prix de ce produit i en décembre de l'année $a-1$.

Pour obtenir un indice sur plus longue période ($I_{a,t}$), cet indice en base 100 en décembre de l'année précédente est chaîné aux indices passés :

$$I_{a,t} = \frac{I_{a-1,12} \times I_t^{12,a-1}}{100} \quad (2)$$

Au niveau plus désagrégé, l'IPC utilise en général des formules d'agrégation des prix (formule de Jevons) qui prennent en compte, contrairement aux formules de Laspeyres, la substitution entre produits (pour une discussion de ce point, voir Lequiller, 1997).

1.2.2. L'apparition et la disparition de nouveaux produits

Une seconde difficulté tient au renouvellement des produits, qui pose deux questions : l'estimation du prix du nouveau produit, « nettoyé » des éventuels effets qualité, et la date de la prise en compte de ce nouveau produit dans le panier de biens, dans la mesure où le nouveau produit peut se substituer à un produit existant. Ces questions sont d'autant plus importantes que c'est parfois par ce renouvellement des produits que transite une bonne partie de la croissance ou de l'évolution des prix, faisant de cette

problématique une question centrale de la mesure de la croissance numérique (Lequiller, 2000 ; Feldstein, 2017) ; en effet, des produits apparaissent et disparaissent continuellement alors que les indices de prix suivent un panier fixe de produits.

De manière caricaturale, ces apparitions et disparitions de produits peuvent correspondre à deux cas polaires. Dans le premier cas, le produit est complètement nouveau/innovant et ne se substitue pas, même partiellement, à un produit déjà existant : il faut prendre en compte ce produit dans la mesure de l'inflation et du PIB et à la hauteur de son poids économique et de son prix. Le chaînage annuel de l'indice des prix à la consommation permet de revoir chaque année le panier des biens et services dont les prix sont suivis et d'y ajouter ces nouveaux produits ; les produits et les pondérations suivis en a et en $a-1$ (équation 2) peuvent en effet différer. Certaines critiques reprochent à cette méthode de ne pas prendre en compte l'impact de l'apparition même du nouveau produit sur le bien-être du consommateur. D'un point de vue théorique, elles proposent d'estimer des prix fictifs de réservation pour ces produits, prix auxquels il n'y a plus de demande de la part du consommateur, et de quantifier la baisse de prix liée à l'apparition de ce nouveau produit (différence entre le premier prix observé pour le nouveau produit et ce prix de réservation). Ces propositions restent relativement théoriques et académiques, compte-tenu des coûts d'estimation notamment (voir par exemple Diewert & Feenstra, 2018). Par ailleurs, cela repose sur l'idée que si le nouveau produit n'existe pas, c'est parce qu'il n'y a pas de demande de la part du consommateur, alors que bien souvent c'est parce que le produit innovant n'a pas été inventé ; il n'existe donc pas de prix de réservation. Enfin, en général, les nouveaux produits pèsent peu dans les dépenses lors de leur introduction sur le marché et leur omission, avant la mise à jour annuelle de l'indice, a peu de chance de provoquer un biais important sur l'inflation (et de ce fait sur le PIB).

Le second cas polaire des apparitions et disparitions de produits correspond à l'apparition de nouvelles générations d'un produit existant, déjà suivi dans le panier de l'indice des prix et qu'elles remplacent. Dans ce cas, pour calculer correctement un indice des prix, l'ancien et le nouveau produit seront appariés et un ajustement³ sera effectué pour neutraliser la différence de qualité entre les deux produits, afin de mesurer une évolution des prix à qualité constante. Il

existe différentes méthodes pour mesurer cet ajustement qualité (voir FMI, 2004 pour une revue de toutes ces méthodes) : des méthodes explicites cherchent à mesurer la différence de qualité entre les produits et d'en dériver une différence de prix justifiée par cette différence de qualité. Parmi ces méthodes, on peut citer l'*option pricing* ou les méthodes hédoniques. Ces dernières reposent sur l'idée que le prix d'un produit peut se décomposer en fonction de ses principales caractéristiques qui déterminent les différences de qualité. Le prix de chacune de ces caractéristiques peut alors être estimé par régression économétrique. L'évolution pure de prix sera mesurée par l'évolution des prix qui ne peut s'expliquer par un changement de ces caractéristiques. Les modèles hédoniques semblent très prometteurs pour mesurer l'inflation dans un contexte de renouvellement fréquent des produits. Cependant, dans la pratique, leur usage reste limité. Dans le cas de l'indice français des prix à la consommation, ils ne sont utilisés que pour quelques biens durables.

Les ajustements qualité sont le plus souvent estimés en utilisant des méthodes implicites et plus particulièrement des méthodes par recouvrement (*bridged overlap*). Ces méthodes reposent sur l'hypothèse que des différences de prix à un moment donné entre deux produits reflètent des différences de qualité entre les produits. Dans le cas où les prix du produit disparu et nouveau ne sont pas observés au même instant, le prix passé du nouveau produit peut être imputé sur la base de l'évolution des prix de produits proches présents aux deux périodes.

La méthode de recouvrement fait donc l'hypothèse que les prix sont des prix concurrentiels, reflétant les différences d'utilité marginale retirée par le consommateur, et qu'ils s'ajustent très rapidement. Les politiques de prix pour les nouveaux produits ou les produits vieillissants peuvent toutefois ne pas respecter ces hypothèses : les nouveaux produits peuvent être proposés à des prix très bas pour gagner des parts de marché ou au contraire relativement élevés, les producteurs tablant sur l'attrait de la nouveauté ; à l'inverse, les produits en fin de vie peuvent voir leur prix chuter pour être écoulés avant l'introduction complète du nouveau produit. De façon pragmatique, pour éviter de mesurer ces cycles de vie des produits, les produits en fin de vie sont exclus des indices et

3. Cet ajustement consiste de manière équivalente, dans l'équation (1), soit à apporter une correction au prix courant observé p_t^i , soit à modifier le prix de la période de référence $p_t^{12,a-1}$.

les produits nouveaux ne sont introduits qu'une fois établis sur le marché ; la prise en compte de ces nouvelles générations de produits dans l'indice des prix avant leur intégration dans le calcul de l'indice se fait alors indirectement, *via* l'évolution des prix des produits existants concurrents.

Le fait que les différences de prix observées à un moment donné reflètent des différences d'utilité pour le consommateur est central au-delà des seules méthodes de recouvrement. On retrouve une hypothèse similaire avec les modèles hédoniques puisque le prix des caractéristiques est estimé en se fondant sur le prix de produits différents à un moment donné, en faisant l'hypothèse que l'écart de prix de ces produits reflète bien l'écart de caractéristiques.

Cette hypothèse, si elle est correcte, garantit la prise en compte des effets de substitution entre produits même lorsque les nouveaux produits ne sont pas inclus dans l'indice des prix. On a en effet présenté plus haut de manière caricaturale deux cas polaires d'introduction de produit : le produit entièrement innovant et la nouvelle génération d'un produit existant auquel elle se substitue. En réalité, il existe un continuum entre ces deux cas polaires, les produits innovants remplissant des fonctions de produits qui existaient auparavant. Prenons par exemple le cas du tout premier smartphone : il ne remplace pas le téléphone portable classique et est introduit comme un nouveau produit ; toutefois, il se substitue à ce dernier. Même sans l'introduction du smartphone dans le panier de l'indice des prix, l'existence de la concurrence du smartphone devrait se faire ressentir par un impact à la baisse du prix des produits concurrents, prix qui sont suivis dans l'indice des prix. Comme indiqué plus haut, l'impact des nouveaux produits sur les prix serait donc mesuré de manière indirecte *via* l'évolution des prix des produits existants concurrents.

1.3. Des sources et méthodes diverses

Avant de décrire plus précisément les questions que pose l'économie numérique en termes de suivi des prix, rappelons toutefois que l'estimation du PIB en volume ne se résume pas à l'application aveugle et systématique d'un indice des prix.

Loin d'être établie « au global », en déflatant le PIB en valeur par un unique indice de prix, la mesure du PIB en volume se fait au contraire à un niveau très fin de la nomenclature. Pour

chaque produit, les différentes composantes de la comptabilité nationale (la consommation des ménages, l'investissement, les échanges extérieurs, la production, les consommations intermédiaires) sont établies à la fois en valeur et en volume, à partir d'informations variées. L'ensemble est ensuite sommé, pour mesurer chaque composante en volume, à un niveau agrégé sur le total des produits, ce qui permet ensuite d'en déduire le PIB en volume.

Pour chaque produit et chaque agrégat, l'indice le plus approprié est retenu : les indices des prix à la consommation, déjà cités, permettent ainsi de mesurer la consommation en volume ; les indices de prix à la production de l'industrie et les indices de prix de la production dans les services, la production en volume ; les indices de prix de production de l'industrie pour les marchés extérieurs, les exportations et les importations de biens en volume, etc. (voir Annexe en ligne C3).

Par ailleurs, la comptabilité nationale réalise un travail de mise en cohérence de l'ensemble de ces informations qui peut l'amener à s'écarter des indices de prix (voir Annexe en ligne C4). Des indices de volume peuvent être dans certains cas retenus ; il s'agit en général d'indices de quantité. Dans ce cas, les comptes nationaux s'efforcent de saisir la variation de la qualité en différenciant le plus grand nombre possible de qualités d'un produit. À titre d'exemple, le partage volume-prix des produits agricoles se fait en utilisant des indices de quantité de production à un niveau très fin (blé dur, blé tendre, orge, etc.).

Au final, le partage volume-prix dans les comptes nationaux ne peut se résumer à la simple prise en compte d'un unique indice des prix : les méthodes utilisées sont variées, et démultipliées par le nombre de produits sur lesquels se fait l'analyse (Aeberhardt & Bidault, 2018) ; la mise en cohérence des différentes sources (en valeur, sur les volumes, les prix ou les quantités) permet de dépasser des limites associées à des sources spécifiques, comme on le verra plus loin avec les services de communication.

2. Le difficile partage volume-prix des technologies de l'information et de la communication

Vecteur de la numérisation de l'économie, les technologies de l'information et de la communication (TIC) concentrent sur elles d'importantes

difficultés de partage volume-prix. La question n'est pas nouvelle : elle était déjà au cœur du rapport Boskin et des interrogations sur la faible croissance de la productivité dans les années 90 en pleine révolution informatique. Si ces technologies ne sont plus « nouvelles », la difficulté de la mesure de leurs prix, du fait d'innovations continues, reste au cœur du débat sur la mesure de la croissance (Feldstein, 2017). Les travaux de comparaisons internationales (Ahmad *et al.*, 2017, Reinsdorf & Schreyer, 2018) montrent de fortes divergences de prix de ces produits alors même que la diffusion de ces technologies et en général leur importation (du moins pour les biens) laisseraient supposer une certaine convergence des prix entre pays développés. Les économistes pointent alors des divergences de méthode pour mesurer les changements de qualité de ces produits et se servent de l'écart entre pays dans la dynamique de prix comme étalon de l'erreur de mesure du partage volume-prix.

2.1. Les biens technologiques, des innovations fréquentes dont la qualité est difficile à mesurer

2.1.1. Des dynamiques de prix très différentes selon les méthodes d'ajustement retenues

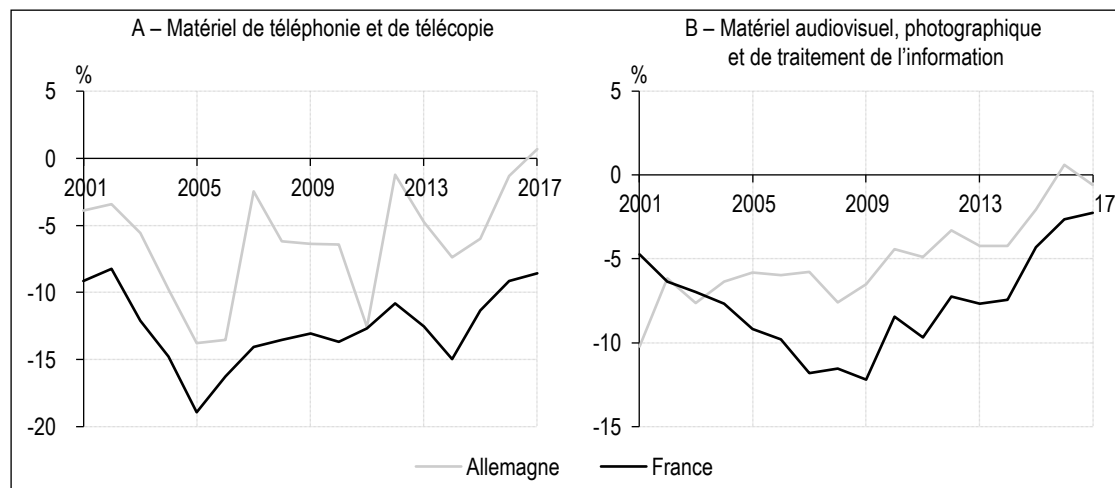
Sur les seuls biens de l'information et de la communication, l'écart entre les indices des prix à la consommation harmonisés (IPCH) français et allemand depuis le début des années 2000 est ainsi de plus de 6 points par an pour le matériel de téléphonie et de télécopie (qui comprend notamment les téléphones portables)

et de près de 3 points par an pour le matériel audiovisuel, photographique et de traitement de l'information (qui comprend notamment les ordinateurs et tablettes) (figure II).

Compte tenu du turnover de ces produits, il est légitime de penser qu'une grande partie du changement de valeur se fait au moment de l'introduction de nouveaux produits. Dès lors, les ajustements pour la qualité sont cruciaux. Or, les méthodes retenues pour effectuer ces ajustements sont différentes dans les cas français (méthode par recouvrement essentiellement) et allemand (modèles hédoniques). Dans le cas français, sur ces produits hautement technologiques, les ajustements qualité se font dans leur quasi-totalité par une méthode de recouvrement, en considérant que la différence de prix observée entre le produit nouveau et disparu est une différence de qualité. Des modèles hédoniques ont été testés mais ils se sont révélés de piètre qualité, soit que le nombre d'observations ait été insuffisant pour estimer de manière robuste les coefficients des modèles, soit du fait de la difficulté à modéliser le prix lui-même en fonction de caractéristiques observables. Les modèles hédoniques reposent sur l'hypothèse que des caractéristiques observables, stables dans le temps, déterminent la qualité et par là même le prix de produits. Dans le cas où ces caractéristiques sont elles-mêmes soumises à des innovations majeures, et sont difficilement identifiables, les modèles hédoniques ne permettent pas de résoudre le problème de la mesure de la qualité des nouveaux produits.

Le sens des biais pour chaque méthode est difficile à estimer. Pour illustrer l'impact des

Figure II – Évolutions en moyenne annuelle de l'indice des prix à la consommation harmonisé en France et en Allemagne (%)



Source et champ : Eurostat, IPCH base 2015 ; IPCH pour les postes 8.2 et 9.1 de la Coicop.

ajustements qualité, on propose une simulation sur l'IPC français de 2016 à 2018 en n'effectuant aucun ajustement pour la qualité pour les produits disparus et remplacés appartenant au champ du matériel de téléphonie et de télécopie et du matériel audiovisuel, photographique et de traitement de l'information, c'est-à-dire que l'on considère que les nouveaux produits sont équivalents aux générations précédentes en termes de qualité. Sans ajustement qualité, l'indice d'ensemble aurait été plus dynamique de 0.1 point par an (figure III). Pour ce secteur, les nouveaux produits sont en effet plus onéreux en moyenne que ceux qu'ils remplacent. Les méthodes de recouvrement neutralisent toute la différence de prix liée à l'introduction d'un nouveau produit, comme une différence de qualité. Si le nouveau produit est proposé à un prix plus élevé que la nouvelle qualité qu'il incorpore, tablant sur l'attrait pour la nouveauté, le modèle par recouvrement sous-estimerait l'inflation. Les modèles hédoniques, quant à eux, ne neutralisent que la différence de prix liée aux variations de caractéristiques mais si le modèle économétrique omet une caractéristique (notamment une caractéristique nouvelle spécifique à la nouvelle génération de produits), il sous-estime le changement de qualité incorporé dans le nouveau produit et surestime l'inflation. Il n'est donc pas surprenant que les ajustements par recouvrement débouchent sur des évolutions

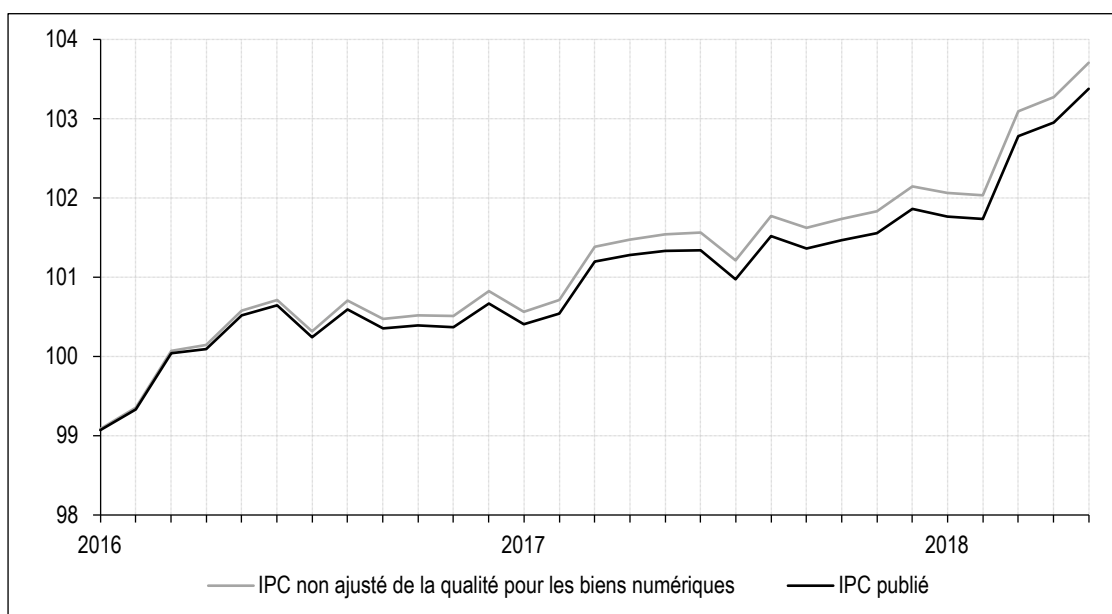
de prix moins dynamiques que les modèles hédoniques.

2.2.2. Des conséquences minimales sur la mesure du PIB

L'impact de ces éventuels problèmes de mesure des prix des biens TIC sur la mesure du volume du PIB doit être relativisé. En France, comme dans beaucoup de pays développés, la consommation des ménages en biens TIC est essentiellement issue de produits importés. La consommation des ménages français en ordinateurs et équipements périphériques (respectivement en équipements de communication) représente ainsi, en moyenne en valeur, 50 % (resp. 40 %) du montant des importations sur la période 2000-2016.

Dès lors, et à condition que le déflateur des importations et le déflateur de la consommation finale des ménages connaissent des problèmes de mesure similaires, l'impact d'un mauvais partage volume-prix de la consommation est probablement quasiment neutre sur la mesure du PIB, une sous-estimation de la consommation en volume se traduisant par une sous-estimation de même ampleur des importations. Les comptes nationaux effectuent un travail de mise en cohérence des déflateurs de la consommation et des importations de ces produits. En cas de divergence des indices (IPC et indices des prix des

Figure III – Indice des prix à la consommation d'ensemble ajusté ou non pour la qualité des biens numériques (base 100 en 2015)



Lecture : l'indice des prix à la consommation d'ensemble vaut 103.4 en mai 2018 ; si aucun ajustement qualité n'avait été effectué pour les postes 8.2 et 9.1 de la Coicop entre janvier 2016 et mai 2018, l'indice vaudrait 103.7 en mai 2018. Source et champ : IPC, base 2015 ; France métropolitaine.

importations, IPPI), ils effectuent des arbitrages, en général en faveur de l'IPC, pour rapprocher les deux déflateurs. La figure IV présente les indices IPC et IPPI tels que mesurés spontanément ainsi que les déflateurs de la consommation et des importations retenus par les comptes nationaux après arbitrage.

2.3. Les services de communication, des offres commerciales sans cesse renouvelées

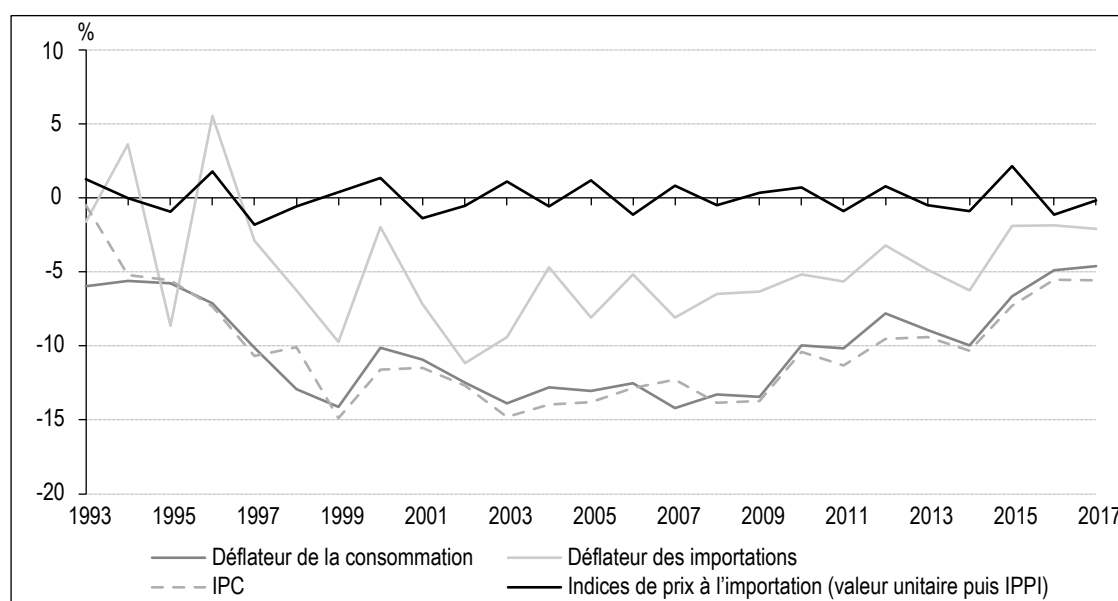
Le partage volume-prix des services de communication pose lui aussi de véritables difficultés. Cette difficulté ne tient pas uniquement aux innovations que connaît ce secteur (développement d'Internet, de la téléphonie mobile, de la data, 3G, 4G, etc.) mais également aux tarifications extrêmement complexes de ces services. Hors innovation, les offres commerciales proposées par les opérateurs couvrent en général plus d'un service (SMS, data, voix, fixes et mobiles, national et international, etc.), avec une tarification dépendant de manière non linéaire de la consommation (forfait de base qu'il soit consommé ou non puis tarification spécifique en cas de dépassement). Par ailleurs, les changements de tarification s'accompagnent souvent d'un changement du périmètre de ces offres commerciales. Dès lors, des méthodes par recouvrement sont complètement inadaptées puisqu'elles masqueraient, par construction, toute évolution de prix en la neutralisant comme une différence de qualité. Enfin, les caractéristiques de ces offres commerciales

sont souvent peu adaptées à des modèles hédoniques : comment gérer par exemple le passage à des offres illimitées, sachant que, *in fine*, le consommateur n'en aura pas l'usage ?

Pour toutes ces raisons, les indices de prix à la consommation européens favorisent les indices dits à « usage constant » pour les services de communication (Eurostat, 2017). Ces indices, qui sont une approximation des indices à utilité constante, suivent la dépense minimale à laquelle doit consentir un consommateur pour satisfaire son usage spécifique et constant entre deux périodes (Magnien, 2003). Ainsi, par exemple, un consommateur envoyant habituellement 10 SMS par mois ne verra pas sa dépense minimale modifiée si tous les forfaits proposent désormais un envoi de SMS illimités pour le même prix ; il n'en aura effectivement pas l'usage.

Cette méthode pose toutefois un certain nombre de difficultés. Il faut tout d'abord être en mesure de décrire de manière précise les usages des consommateurs. On ne peut se contenter de suivre la dépense minimale d'un seul profil fruste de consommateur, le calcul d'un indice nécessitant d'être représentatif de l'ensemble de ceux-ci. Dans l'exemple précédent, le consommateur qui envoyait 10 SMS pour un forfait le limitant à 50 verra bien sa dépense minimale diminuer. Heureusement, dans le cas des services de communication, et contrairement à d'autres services pour lesquels on pourrait

Figure IV – Évolution annuelle des prix des produits informatiques, électroniques et optiques (%)



Source et champ : comptes nationaux, base 2014 ; IPC, base 2014 ; France.

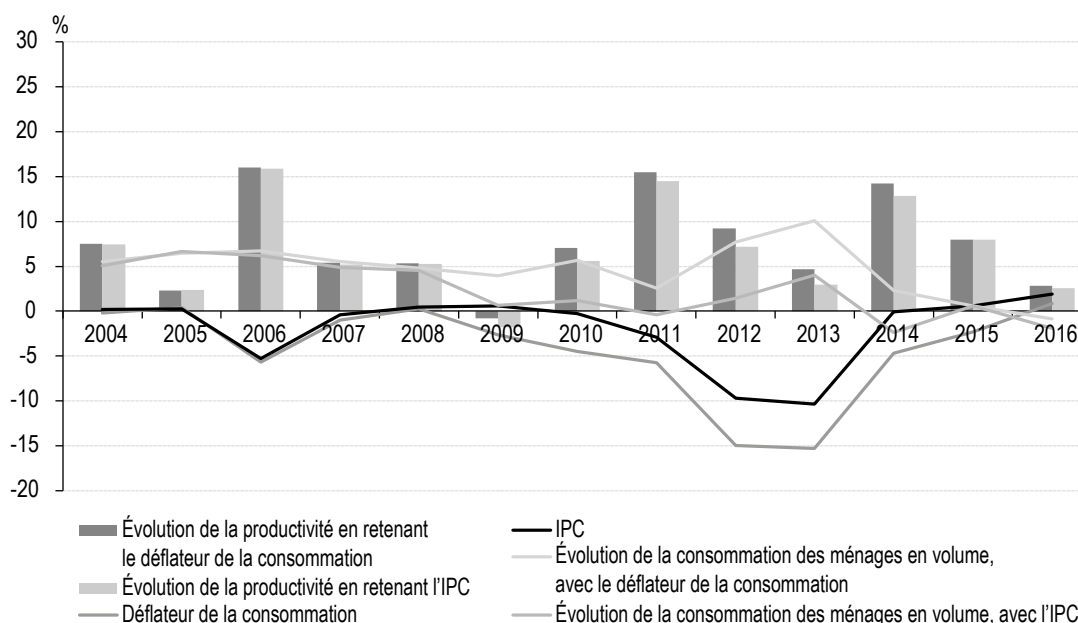
être tenté d'appliquer ces méthodes à usage constant, l'Arcep (Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse) dispose d'informations très riches sur la clientèle des opérateurs, ce qui permet de la segmenter en un ensemble de profils de consommateurs.

Une seconde difficulté pour utiliser cette méthode à usage constant tient à la modélisation simplifiée du comportement du consommateur : dans le cas de l'IPC français, on fait l'hypothèse que celui-ci connaît les différentes offres des opérateurs et ajuste en permanence son forfait de manière à minimiser sa dépense. Dans les faits, il existe un certain nombre de frictions (coûts de recherche mais aussi coûts liés aux engagements) qu'il est difficile de modéliser sans complexifier outre mesure l'estimation de l'indice des services de communication. En pratique, l'hypothèse retenue est que le consommateur n'ajuste son forfait qu'au sein des offres d'un même opérateur, en négligeant ainsi la mobilité entre opérateurs, ce qui revient à traiter chaque opérateur comme proposant un produit différent.

Cette hypothèse réaliste au sein d'un marché initialement très segmenté est devenue moins pertinente avec la portabilité des numéros. Elle

a posé notamment un problème avec l'arrivée en France d'un quatrième opérateur sur le marché de la téléphonie mobile en 2012-2013, qui s'est accompagnée d'un transfert massif d'abonnés des anciens opérateurs vers ce nouveau concurrent – les prix pratiqués par le nouvel opérateur étant beaucoup plus bas, le chiffre d'affaires des services de télécommunication a chuté tandis que les minutes de communication et les SMS ont explosé. Or du fait de la modélisation retenue, l'IPC a traité les forfaits du nouvel opérateur comme des produits nouveaux et le différentiel de prix avec les forfaits historiques comme un différentiel de qualité. L'IPC a certes baissé nettement en 2012, mais uniquement *via* l'adaptation des tarifs des opérateurs historiques face à l'arrivée du nouveau concurrent. Or l'adaptation des tarifs des opérateurs historiques n'a été que progressive et décalée par rapport aux transferts vers le nouvel opérateur. L'utilisation de l'IPC pour mesurer le volume des services de télécommunication, dans ce contexte, aurait amené un fort fléchissement des volumes de consommation, à contre-courant des informations disponibles sur les consommations en quantité. Les comptes nationaux français ont donc préféré estimer un indice de volume en calculant une moyenne pondérée des indices de volumes élémentaires (téléphone fixe, Internet fixe, mobile, internet mobile), à partir des

Figure V – Évolution de la productivité apparente du travail de la branche service de télécommunication selon le déflateur (%)



Lecture : en 2012, la productivité de la branche service de télécommunication a progressé de 9.2 % selon les comptes nationaux. Si ceux-ci avaient utilisé l'IPC comme déflateur de ces services, on aurait mesuré une augmentation de la productivité de 7.2 %. L'IPC des services de télécommunication baissait en effet de 9.7 % en 2012 contre -14.9 % pour le déflateur de la consommation en services de télécommunication. Source et champ : comptes nationaux, base 2010 ; IPC, base 2014 ; France.

données de quantités de SMS/MMS ou encore des minutes de télécommunications (Bessone *et al.*, 2014). Cette méthode a permis d'éviter de mesurer à tort un fléchissement des volumes dans un contexte très concurrentiel : de 2011 à 2014, la productivité de la branche service de télécommunication a ainsi crû de 9.4 % par an en moyenne selon les comptes nationaux contre 7.7 % s'ils avaient retenu comme déflateur l'IPC (figure V). Cette méthode, dans la mesure où le marché se stabilise, est progressivement abandonnée au profit à nouveau de l'IPC.

2.4. La difficile mesure du partage volume-prix des investissements en logiciels et applications

Dans leur comparaison internationale, Ahmad *et al.* (2017) montrent que les indices de prix français d'investissement en logiciels et applications, en général des indices de prix de production dans les services (IPSE), se situent plutôt dans la moyenne des pays décrits dans leur article. La disparité des méthodes de partage volume-prix en matière de logiciels résulte aussi de la faible harmonisation des méthodes de mesure de l'investissement en logiciels, ce qui limite la comparabilité internationale. L'investissement en logiciels regroupe en effet des postes variés, dont la multiplicité complexifie les estimations : dépenses en traitement des données et portail internet et dépenses en logiciels « standard » mesurées en France à partir de la statistique d'entreprise, dépenses en logiciels spécifiques via le recours à des sociétés de services en ingénierie informatique, estimées également à partir de la statistique d'entreprise mais en retirant du mieux possible ce qui relève des consommations intermédiaires. Une part importante des dépenses en logiciels (plus de 30 %) relève en outre de dépenses réalisées en interne dans les entreprises pour développer des logiciels à façon, et mesurées par les comptes nationaux français à partir de données sur les rémunérations en sélectionnant les professions susceptibles d'être impliquées dans ces développements. Faute d'éléments spécifiques sur le prix réel de ces dépenses, le prix de marché des dépenses « externes » leur est en général appliqué. Ainsi, la complexité et la multiplicité des types de dépenses en logiciels, couplées à une coordination internationale relativement peu poussée sur le sujet, rend difficile leur évaluation.

3. La numérisation de l'économie modifie l'offre commerciale existante

En dehors des difficultés inhérentes au partage volume-prix des TIC, la numérisation de l'économie génère un certain nombre de phénomènes pour lesquels il faut identifier un prix et un volume : apparition de nouvelles formes de vente, nouveaux services qui bousculent les acteurs traditionnels, production de services gratuits, nouveau mode de formation des prix.

Avant même d'aborder le problème de leur partage volume-prix, notons que l'apparition de l'économie numérique pose des questions de mesure du PIB en valeur. Dans le cas de produits marchands, la captation de cette économie dépend de son intégration dans les sources de données traditionnelles mobilisées par les comptes nationaux (en France, données des panélistes pour la consommation des ménages, sources fiscales pour la production) et de sa localisation (notamment pour les bénéfices des plateformes d'intermédiation). Les cas de produits gratuits mais également de l'économie du partage et de la production de services de ménages à ménages favorisée par des plateformes d'intermédiation (*Airbnb*, *BlaBlaCar*, etc.) posent également des questions sur le périmètre du PIB (Bellégo & Mahieu, 2016 ; Blanchet *et al.*, 2018 ; Ahmad & Schreyer, 2016). Le présent article se restreint à la seule question du partage volume-prix de cette économie numérique à périmètre du PIB donné.

3.1. L'apparition d'une nouvelle forme de vente : le commerce en ligne

La diffusion d'Internet a permis l'émergence d'une nouvelle forme de vente, le commerce en ligne. Or la qualité d'un bien et son prix ne dépendent pas uniquement de sa qualité intrinsèque, mais également du service commercial qui est associé à sa vente. Un même produit peut ainsi être vendu plus cher par un commerce de proximité que dans un hypermarché parce que le service commercial associé (dans ce cas, la proximité) est jugé supérieur. La mesure de la qualité du service commercial (moins observable) est probablement encore plus complexe que celle de la qualité du produit vendu. Face à cette difficulté, en France, les statistiques de prix ont adopté des solutions parfois opposées, nécessitant là encore un travail de mise en cohérence *ex post* des comptes nationaux. S'agissant de l'indice des prix à la production industrielle, les prix mesurés sont des prix « sortie d'usine »

déclarés par les producteurs, et indépendants du circuit de distribution choisi par les producteurs : la modification du mode de vente d'un des produits d'un producteur est donc ainsi neutre sur l'indice mesuré. À l'inverse, l'indice des prix à la consommation relève des prix dans des points de vente donnés et fixés dans son échantillon ; le type de formes de vente fait partie intégrante de la qualité du produit. Dès lors, l'apparition d'une nouvelle forme de vente est prise en compte par l'IPC comme l'apparition d'un produit entièrement nouveau et cette nouvelle forme de vente n'est intégrée que par chaînage avec la mise à jour annuelle du panier de biens et services suivi par l'IPC. Le fait que les prix soient moins élevés sur Internet (constat qui reste à discuter comme le montre la revue de littérature de Bellégo & Mahieu, 2016) ne se traduirait alors pas par une baisse des prix dans l'IPC mais par une baisse de la qualité. Le postulat que la différence de prix reflète une différence de qualité est bien sûr discutable mais, comme pour d'autres problématiques autour de la qualité, il est difficile d'établir un jugement objectif sur une différence de qualité au-delà de la mesure synthétique des préférences que doivent refléter les prix. La vente en ligne ouvre la possibilité d'acheter 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, sans coût de déplacement mais à l'inverse, on ne voit pas le produit, on ne bénéficie pas des conseils du vendeur, la livraison du produit n'est pas immédiate, etc. Si la différence de prix entre e-commerce et points de vente physiques, reflète, au-delà d'une différence de qualité, une amélioration de la concurrence *via* l'arrivée de nouveaux acteurs et on peut espérer que l'apparition de ces nouveaux acteurs joue également à la baisse sur les prix pratiqués par les points de vente physiques. Dès lors, l'arrivée du e-commerce sera bien mesurée dans l'IPC mais de manière indirecte *via* la baisse des prix mesurée dans les points de vente traditionnels.

Notons enfin que la question d'un risque de biais du partage volume-prix du fait de l'arrivée d'une nouvelle forme de vente s'est déjà posée par le passé : des débats similaires autour des circuits d'achat ont eu lieu avec le développement des super et des hypermarchés puis des hard-discounters (Lequiller, 1997). Dans les années 80, l'augmentation des parts de marché des super et hypermarchés, si elle n'avait pas été neutralisée comme un effet qualité dans l'IPC français, aurait eu pour résultat une croissance plus faible de l'IPC d'environ 0.2 point par an (Saglio, 1995). Des travaux américains estimaient, pour leur part, l'effet maximal des

circuits d'achat au cours de années 80 à environ 0.25 point (Reinsdorf, 1993).

3.2. L'apparition sur Internet de nouveaux services, concurrents de services existants

La diffusion d'Internet n'a pas seulement fait émerger une nouvelle forme de vente, elle a profondément modifié les services proposés : enrichissement de services existants, apparition de nouveaux acteurs, de nouveaux services entièrement gratuits.

3.2.1. Une modification des services existants, sans arrivée de nouveaux acteurs

De nombreux services ont bénéficié de la numérisation de l'économie. On peut citer les services bancaires et la possibilité de suivre son compte en ligne, la déclaration d'un dommage à son assureur en ligne, la réception de factures numériques (électricité, services de télécommunication, etc.). La modification de ces services traditionnels induit sans nul doute un changement de leur qualité, sans que l'on puisse dire de manière certaine s'il est à la hausse ou à la baisse (la perception de la qualité par le consommateur sera différente selon qu'il favorise le support papier ou électronique, le contact humain ou la flexibilité numérique). La prise en compte de ce changement de qualité dans le partage volume-prix de ces services dépendra en général de l'observation que l'on en aura pu faire. Faute de pouvoir faire mieux, dans la majorité des cas, on considérera que la modification ne change pas substantiellement le service qui réside en général effectivement ailleurs (disposer d'électricité, d'un compte courant, etc.). Notons toutefois que, en particulier au moment de la diffusion d'internet, les services d'accès à des comptes en ligne ont pu être un des paramètres de tarification (pour les services bancaires, par exemple dans le cas français) ; cela a alors été pris en compte comme un changement de qualité.

3.2.2. De nouveaux acteurs

Mais la numérisation de l'économie a pu modifier plus profondément l'offre de services marchands avec l'apparition de nouveaux services substitués de services traditionnels. Citons dans cette catégorie le développement du *streaming* en remplacement de l'achat de DVD ou de CD, le développement des voitures avec chauffeur (VTC) ou de la location de logement grâce à des plateformes d'intermédiation (*Uber*,

Airbnb). Ces produits ont été introduits comme des produits entièrement nouveaux lors des mises à jour annuelles du panier de l'IPC français. Sous-estimons nous ainsi la croissance du PIB en volume en ne prenant pas suffisamment en compte le fait que ces nouveaux services, en se substituant à des produits existants, pourraient permettre d'offrir au consommateur une alternative moins onéreuse ? Par exemple, bien que le DVD ne soit pas équivalent à un abonnement en *streaming*, le visionnage d'un film est désormais en moyenne moins cher pour le consommateur. Là encore, le statisticien n'a guère d'autre choix que de s'appuyer sur des différentiels de prix pour mesurer des différentiels d'utilité ou de services rendus par tel ou tel produit. Du point de vue du consommateur, l'utilité relative d'un abonnement en *streaming* ou d'un DVD sera bien différente. Face à cette difficulté, l'indice des prix enregistrera l'impact sur les prix du *streaming* comme substitut des DVD de manière indirecte, *via* l'indice des prix des DVD, qui devrait baisser sous la concurrence du *streaming*. De fait, l'indice des prix des supports enregistrés a chuté en France continuellement depuis le début des années 2000 (figure VI).

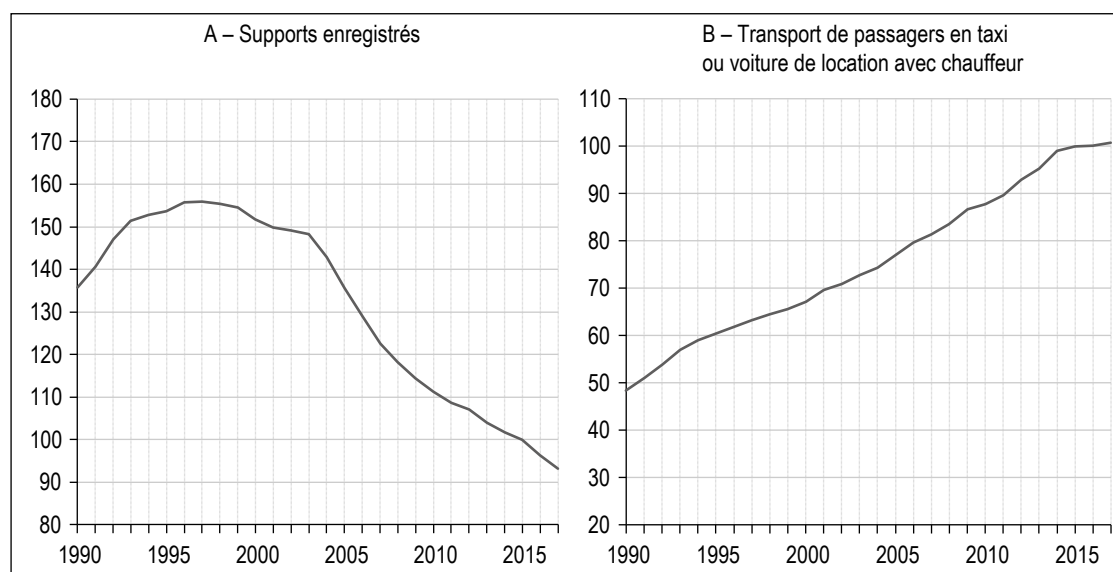
Cependant, cet impact des effets de substitution sur les prix ne peut être enregistré dans l'IPC que si les prix des produits concurrencés s'ajustent et si le marché est concurrentiel. Ainsi, lors de leur introduction dans l'indice des prix à la consommation les VTC ont été aussi considérés comme un produit nouveau (l'offre de VTC n'est

pas équivalente à celle des taxis, notamment sur le maraudage). Cependant, les tarifs maximaux que peuvent pratiquer les taxis fixés par arrêtés préfectoraux (suivis par l'IPC français) n'ont pas baissé suite au développement des VTC. L'IPC du transport de passagers en taxi ou voiture de location avec chauffeur est ainsi assez stable depuis 2014. Aurait-il pour autant dû baisser suite à l'introduction de la concurrence des VTC ? Compte tenu des barrières à l'entrée, ce marché se caractérisait également par un déficit d'offre et par une demande non satisfaite à prix réglementé donné ; il est donc possible que l'ouverture du marché à la concurrence ait pu permettre de satisfaire une demande des consommateurs plus importante sans ajustement à la baisse sur les prix. Le problème de mesure a donc pu dans ce cas avoir un impact relativement faible sur la mesure du PIB.

3.2.3. Le développement de services gratuits

Les nouveaux services peuvent également être des services gratuits, tels *Google Maps* ou *Wikipédia*. La production de ces services, financés par des dons, de la publicité en ligne, ou encore l'exploitation commerciale des données recueillies sur leurs consommateurs, n'a aucune contrepartie explicite dans la dépense de consommation des ménages. En effet, comme les consommateurs peuvent en bénéficier pour un prix nul, aucune dépense de consommation des ménages en valeur n'est enregistrée à ce titre dans les comptes, et aucun

Figure VI – Indices des prix à la consommation des supports enregistrés et des taxis et VTC (base 100 en 2015)



Source et champ : IPC, base 2015 ; France.

prix n'y est associé⁴. Pour autant et d'autant plus qu'ils se substituent à d'anciens services marchands (une carte papier, un dictionnaire), on pourrait souhaiter enregistrer au moment de l'apparition de ces services gratuits une baisse de l'inflation ou une hausse du PIB. D'un point de vue conceptuel, l'imputation d'un prix fictif, de réservation, avant l'apparition du nouveau service, permettrait de comptabiliser une baisse de prix (passage du prix de réservation à la gratuité) – voir Reinsdorf & Schreyer (2018) pour une discussion de ce traitement. Face à la difficulté d'estimer (sans partialité) ces prix de réservation, seule est enregistrée dans l'indice des prix à la consommation la baisse du prix des services marchands concurrencés si elle a lieu. Les prix des services d'édition ont par exemple baissé de 1.2 % depuis 2009, tandis que la consommation en volume diminuait de 3 %.

3.3. De nouveaux mécanismes de formation des prix

L'existence d'Internet comme source d'information et/ou lieu d'achat pour le consommateur, en théorie, semble rapprocher la formation des prix des hypothèses de concurrence parfaite : le consommateur n'aurait plus de coût d'information (il lui suffit de faire une recherche sur internet ou d'utiliser un comparateur de prix) ou de déplacement (pour acheter un produit plutôt qu'un autre). En conséquence, on se rapprocherait de l'hypothèse que les prix relatifs des produits égalisent les utilités marginales des consommateurs, hypothèse en général requise pour mesurer dans les indices de prix des écarts de qualité.

Cependant, les études existantes sur des secteurs variés (voir la revue de littérature sur l'impact d'Internet sur les prix de Bellégo & Mathieu, 2016) ne permettent pas de montrer qu'Internet propose des prix systématiquement plus bas que dans les points de vente physiques. Elles témoignent également de la persistance d'une dispersion des prix élevée sur Internet. Les coûts de recherche resteraient importants pour le consommateur et l'information parfois limitée sur les sites, notamment sur la qualité des produits.

Si Internet ne semble pas avoir révolutionné la formation concurrentielle des prix, il amène parfois de nouvelles pratiques de prix, notamment en favorisant la formation de prix personnalisés, différenciés selon la clientèle. Les politiques de *yield management* se sont ainsi développées, largement facilitées par la

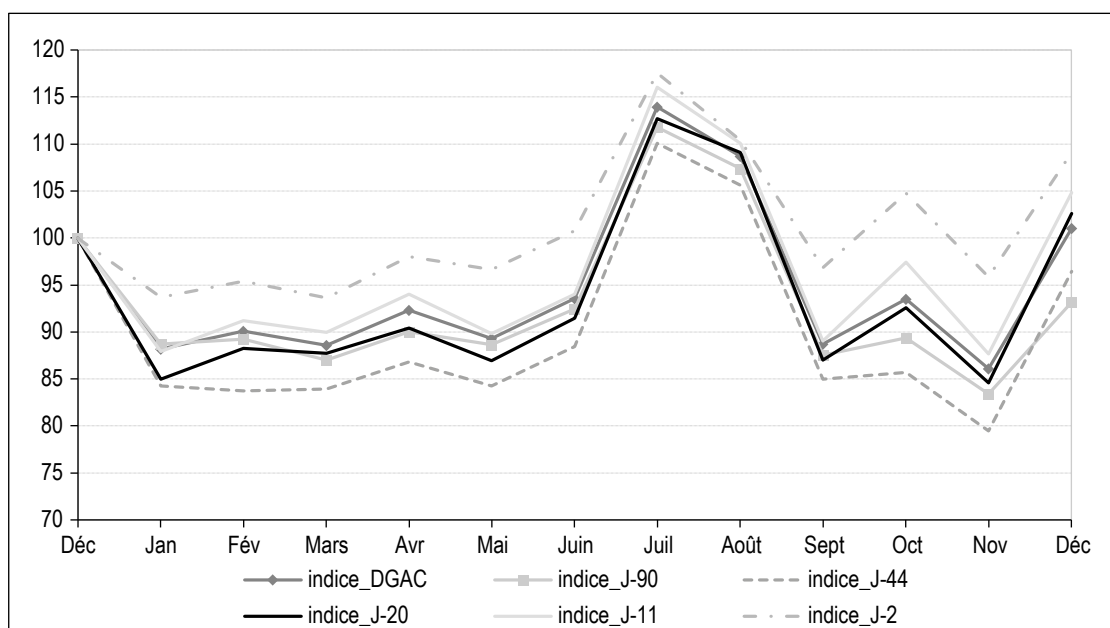
possibilité d'avoir un système d'information partagé et permettant des ajustements en temps réel des prix. Elles se sont progressivement étendues du transport aérien vers d'autres services (forfaits touristiques, hôtels, locations, etc.) qui ont peu à peu abandonné leurs prix catalogues. Ces politiques consistent à optimiser les prix en temps réel en fonction de la demande dans un contexte où le volume du service produit est difficilement adaptable, ne peut être stocké mais en général est réservé par anticipation.

Pour le statisticien des prix, ces politiques de *yield management* mènent à une multiplicité des prix pour un même service : au sein d'un avion et pour le même trajet et confort, les passagers auront payé des prix différents. Quels prix retenir dans ce contexte pour mesurer une inflation ? La volatilité et la multiplicité de ces prix obligent tout d'abord à démultiplier les observations des prix. Le prix du même service sera observé avec différentes antériorités ; le prix d'un billet d'avion sera ainsi relevé la veille du départ, deux semaines auparavant, un mois, trois mois, six mois auparavant, etc. Les techniques de *webscraping*, collecte assistée par robots sur Internet, facilitent l'observation massive de ces relevés multiples (Annexe en ligne C5). Se pose ensuite la question de l'agrégation de ces prix multiples dans un contexte où la dynamique des prix (et pas seulement le niveau des prix) est assez différente selon l'antériorité avec laquelle on réserve son billet (figure VII). Doit-on ainsi calculer un prix moyen payé effectivement par les passagers d'un vol ? Outre que l'information sur le nombre de billets vendus avec différentes antériorités n'est en général pas connue (les prix offerts peuvent être observés mais plus difficilement la réalité des ventes), dans quelle mesure les contraintes sur les dates d'achat font-elles partie de la qualité du service rendu ?

Concrètement, l'indice français des prix à la consommation des transports aériens s'appuie sur un échantillon fixe de destinations, dont les prix des vols sont collectés presque chaque jour, pour des profils de consommateurs variés (tarif flexible ou non flexible notamment) et selon l'antériorité de la réservation. Les prix sont agrégés en utilisant des pondérations fixes par profil, destination et antériorité de la

4. Sur les questions que pose leur valorisation, voir Bourgeois (ce numéro). Notons que ces services gratuits ne sont pas un phénomène nouveau (les émissions télévisées en sont un exemple ancien). Elles peuvent cependant être partiellement incluses dans le PIB, par exemple comme production d'un service de publicité (voir Bellégo & Mathieu, 2016). Pour une discussion sur la façon de les prendre en compte dans le PIB et sur leur financement voir Ahmad & Shreyer (2016).

Figure VII – Indices mensuels des prix à la consommation du transport aérien, calculés selon différentes classes d'antériorité de la réservation, en 2016 (base 100 en décembre 2015)



Lecture : l'indice des prix à la consommation du transport aérien publié par l'Insee et calculé en collaboration avec la DGAC (indice_DGAC) vaut 90 en mai 2016 (base 100 en décembre 2015) ; il a donc décliné de 10 % par rapport à décembre 2015. Si on avait retracé dans l'indice des prix uniquement le prix des billets achetés deux jours avant le départ, cet indice (indice_J-2) vaudrait 97 en mai 2016, soit une baisse de 3 % par rapport à décembre 2015 ; si, au contraire, on avait retracé uniquement le prix des billets achetés 44 jours avant le départ, l'indice (indice_J-44) vaudrait 85 en mai 2016, soit une baisse de 15 % par rapport à décembre 2015.

Source et champ : DGAC, calcul Insee ; France.

réservation. En conséquence, du fait de la fixité de ces pondérations, d'éventuelles modifications de comportement des consommateurs, qui se tourneraient par exemple davantage vers des billets à prix bas, mais avec en contrepartie un travail d'optimisation du choix du billet, ne sont pas considérées comme un effet prix mais comme un effet qualité. La comptabilité nationale qui retient l'IPC comme déflateur de ces services traite donc la modification des comportements des consommateurs comme un effet sur le volume : si tous les consommateurs préfèrent acheter des billets à prix réduits, quitte à surveiller régulièrement les prix, alors le volume de service de transport aérien baissera, tenant compte de la baisse de la qualité du service induite par les efforts d'optimisation du prix du billet auxquels doit consentir le consommateur.

4. La numérisation de l'économie est-elle de nature à biaiser significativement le partage volume-prix ?

La numérisation de l'économie questionne la pertinence des outils traditionnels de partage volume-prix car elle bouleverse l'offre de produits alors que la mesure d'un indice des prix repose sur la stabilité de cet univers (avec le concept du panier fixe). Pour autant, la question n'est pas

nouvelle et le statisticien n'est pas entièrement dépourvu face à l'apparition et au renouvellement des produits, comme on l'a montré plus haut. Des méthodes existent et par ailleurs la mise en cohérence des sources effectuée par les comptes nationaux évite bien des écueils. Cependant, certaines hypothèses sont discutables.

Afin d'évaluer l'importance de ces hypothèses, différents travaux ont cherché à quantifier l'incertitude qui entoure le partage volume-prix au regard notamment du ralentissement de la croissance. Pour ce faire, ils reposent en général sur des quantifications maximales *ad hoc* des biais pour des produits susceptibles d'être affectés par la numérisation et sur leurs conséquences sur la mesure du PIB. Les poids de ces produits étant en général assez faibles, la conclusion est le plus souvent que le problème de mesure de partage volume-prix ne remet pas en cause le constat d'un ralentissement réel du PIB en volume (Reindsdorf & Schreyer, 2017 ; Ahmad *et al.*, 2017).

Dans le cas français, l'ensemble des produits informatiques, électroniques et optiques, associés aux services de télécommunication et aux services de programmation, conseil et autres activités informatiques ne représentent en moyenne, sur la période 1997-2016 que 4.6 %

du PIB, ce qui limite l'impact d'une erreur éventuelle de mesure de l'indice des prix à la consommation ou d'autres indices de prix. Deux simulations ont été réalisées pour tester la sensibilité de la croissance en volume française aux choix des indices de prix retenus pour ces nouveaux produits et notamment aux hypothèses faites pour ajuster de la qualité.

Dans la première, on fait l'hypothèse que la qualité des produits numériques (produits informatiques, électroniques et optiques, services de télécommunication, logiciels) ne varie pas malgré le renouvellement de ces produits. Pour ce faire, on s'appuie conventionnellement sur les simulations sur l'IPC de la figure III, ce qui amène un impact à la hausse sur les prix à la consommation de l'ordre de +7.5 points par an pour les seuls biens TIC. Comme indiqué précédemment, la modification de l'IPC sur les biens numériques n'a en théorie qu'un impact

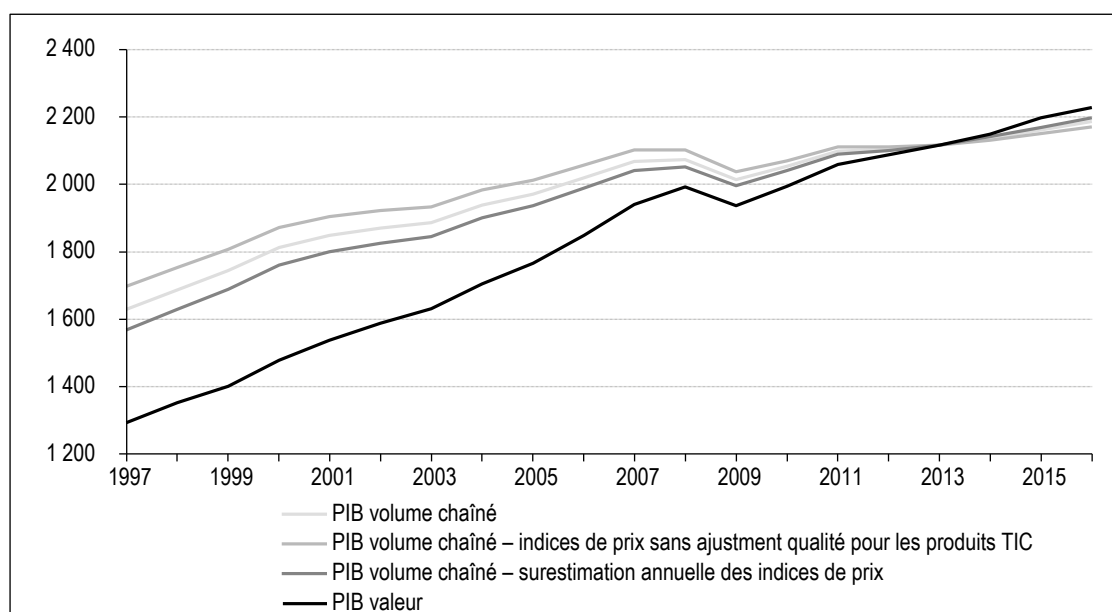
limité sur le PIB, puisqu'une erreur de mesure des prix de consommation se traduira probablement par une erreur de mesure sur les prix d'importation de ces produits. Toutefois, dans le cadre de leur travail de mise en cohérence des différents indicateurs, si l'indice de prix à la consommation avait été plus dynamique de +7.5 points, les comptes nationaux auraient probablement été amenés à rehausser également les prix d'investissement et d'exports en biens TIC et cet effet est donc intégré à la simulation. De plus, il est supposé que l'écart de +7.5 points représente un ordre de grandeur général des corrections apportées par l'Insee pour traiter les effets qualité sur les produits à fort renouvellement, et c'est pourquoi cet écart est également appliqué conventionnellement ici au déflateur de la FBCF en logiciels. Les indices de prix des services de télécommunication ne sont en revanche pas modifiés dans cette première simulation. Sous ces hypothèses, sans la correction

Tableau – Hypothèse retenue pour corriger les indices de prix des différents produits technologiques

Différence des taux d'évolution entre les déflateurs publiés et les déflateurs retenus dans la deuxième simulation (%)	Moyenne 1995-2004	Moyenne 2004-2014
CI-Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques	-7.4	-6.5
JB-Télécommunications	-6.8	-6.8
JC-Activités informatiques et services d'information	-1.4	-0.9

Lecture : on suppose que l'indice des prix de consommation des produits informatiques, électroniques et optiques a été surestimé par l'Insee de 7.4 points sur la période 1995-2004 et de 6.5 points sur la période 2004-2014.

Figure VIII – Impact sur le PIB français de différents scénarios de problèmes de mesure des prix (milliards d'euros)



Source et champ : comptabilité nationale, base 2014 ; France.

des effets qualité sur les produits technologiques effectuée par les statisticiens des prix, le PIB volume n'aurait crû que de 1.35 % en moyenne sur la période 1997-2016, soit une croissance annuelle en moyenne inférieure de 0.26 point à celle publiée par les comptes nationaux.

Dans la seconde simulation, l'hypothèse sur l'erreur de l'ajustement qualité se fonde sur les travaux de Ahmad *et al.* (2017), qui donnent les écarts entre les indices de prix retenus par les statisticiens américains et les indices de prix proposés par d'autres chercheurs, en général *via* des modèles hédoniques (Byrne *et al.*, 2016 ; Byrne & Corrado, 2017). Ces écarts sont variables selon les produits, mais s'établissent autour de 7 % en moyenne sur la période 1995-2014. Des hypothèses conventionnelles ont donc été appliquées aux déflateurs français sur la base des écarts entre déflateurs officiels américains et déflateurs alternatifs présentés dans ces travaux⁵ (cf. tableau).

En supposant ainsi que les indices de prix à la consommation et d'investissement sur les biens numériques, les logiciels et les services de télécommunication ont été fortement surestimés par l'Insee, on trouve une croissance en volume française sous-estimée de 0.23 point sur la période 1997-2016 (figure VIII).

Pour autant, même l'application de ce scénario, plutôt maximaliste, ne remet nullement en cause la diagnostic d'un ralentissement de la croissance française en volume, qui resterait marqué : le taux de croissance annuel moyen du PIB en volume serait de 1.4 % en moyenne sur la période 2010-2016 dans ce scénario contre une croissance de 1.2 % en moyenne publiée, à

comparer à une croissance 1997-2008 (on exclut l'année de crise 2009) de 2.5 % dans ce scénario et de 2.2 % dans les comptes publiés.

* *
*

La faible croissance économique mesurée au cours des deux dernières décennies heurte la perception que nous avons d'une économie numérique et innovante. Est-elle le reflet d'une inflation sur-estimée ? Notons au passage que l'inflation, déjà très basse ces dernières années, est quant à elle régulièrement questionnée par les consommateurs qui la perçoivent, au contraire, comme sous-estimée (Accardo *et al.*, 2011 ; Leclair & Passeron, 2017).

Le présent article a cherché à montrer que les difficultés que pose l'économie numérique pour le partage volume-prix ne sont pas ignorées par les statisticiens. Des méthodes sont mises en place, des effets sont indirectement mesurés et une attention importante est apportée à la cohérence des diverses sources de données (quantité, valeur, prix, etc.). Ces problèmes ne sont pas nouveaux et ont affecté également les mesures passées du PIB. Toutefois, le partage volume-prix repose sur un certain nombre d'hypothèses (notamment que les différences de prix entre produits reflètent des différences d'utilité pour le consommateur) qui peuvent être questionnées. En tout état de cause, l'incertitude qui entoure ces hypothèses n'est pas de nature à expliquer le ralentissement de l'économie française sur la période récente. □

⁵ Byrne *et al.*, 2016, tableaux 2.2 et 2.5.

Lien vers les Annexes en ligne : https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/4770134/ES-517-518-519_Aeberhardt-et-al_Annexes_en_ligne.pdf

BIBLIOGRAPHIE

- Accardo, J., Célérier, C., Herpin, N., & Irac, D. (2011).** L'inflation perçue. *Économie et Statistique*, 447, 3–31. <https://doi.org/10.3406/estat.2011.9707>
- Aeberhardt, L. & Bidault, C. (2018).** Le partage volume-prix base 2014. Insee, *Notes méthodologiques du système français de comptabilité nationale*. <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/s1375#documentation>
- Aghion, P., Bergeaud, A., Boppart, T., Klenow, P. J. & Li, H. (2019).** Missing Growth from Creative Destruction. *American Economic Review*, 109 (8), 2795–2822. <https://doi.org/10.1257/aer.20171745>
- Aghion, P., Bergeaud, A., Boppart, T. & Bunel, S. (2018).** Firm dynamics and growth measurement in France. *Journal of the European Economic Association*, 16 (4), 933–956. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvy031>
- Ahmad, N. & Schreyer, P. (2016).** Measuring GDP in a Digitalised Economy. *OECD Statistics Working Papers*, N°2016/07. <https://doi.org/10.1787/5jlwqd81d09r-en>
- Ahmad, N., Ribarsky, J. & Reinsdorf, M. (2017).** Can potential mismeasurement of the digital economy explain the post-crisis slowdown in GDP and productivity growth? *OECD Statistics Working Papers*, N°2017/09. <https://doi.org/10.1787/a8e751b7-en>
- Bellégo, C. & Mahieu, R. (2016).** La place d'Internet dans la description et l'analyse de l'économie. *Insee Références – L'économie française*, édition 2016. https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/2017586/ECOFRA16b_D1_internet.pdf
- Bessone, A.-J., Broin, M., Hassan, M., Leclair, M. & Mahieu, R. (2014).** Les comptes nationaux passent en base 2010. *Insee Références – L'économie française*, édition 2014. https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/3692679/ECOFRA14_b_D1_comptes.pdf
- Blanchet, D., Khder, M.-B., Leclair, M., Lee, R., Poncet, H. & Ragache, N. (2018).** La croissance est-elle sous-estimée ? *Insee Références – L'économie française*, édition 2018. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/3614262/EcoFra2018.pdf>
- Boskin Commission (1996).** *Toward a More Accurate Measure of the Cost of Living*. Final report to the Senate Finance Committee. <http://www.ssa.gov/history/reports/boskinrpt.html>
- Bourgeois, A. (2020).** Les services gratuits issus de l'économie numérique : faut-il, et comment, les valoriser ? *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, ce numéro.
- Byrne, D. & Corrado, C. (2017).** ICT prices and ICT services: What do they tell us about productivity and technology? Board of Governors of the Federal Reserve. *Finance and Economics Discussion Series*, N°2017-015. <https://doi.org/10.17016/FEDS.2017.015>
- Byrne, D., Fernald, J. & Reinsdorf, M. (2016).** Does the United States have a productivity slowdown or a measurement problem? *Brookings Papers on Economic Activity*, Spring 2016, pp.109–157. <https://doi.org/10.17016/FEDS.2016.017>
- Cette, G., Fernald, J. & Mojon, B. (2016).** The pre-great recession slowdown in productivity. *European Economic Review*, Elsevier, 88(C), pp. 3–20. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2016.03.012>
- Diewert, E. & Feenstra, R. (2018).** Estimating the Benefits and Costs of New and Disappearing Products. Communication au groupe des experts prix de l'UNECE-BIT. www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.22/2018/University_of_British_Columbia.pdf
- Eurostat (2010).** *Système européen des comptes*, chapitre 10. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/KS-02-13-269-FR.PDF>
- Eurostat (2017).** HICP methodological manual. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/KS-GQ-17-015-EN-N.pdf>
- FMI (2004).** Manuel des prix à la consommation. Théorie et pratique. www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/presentation/wcms_331155.pdf
- Feldstein, M. (2017).** Underestimating the Real Growth of GDP, Personal Income, and Productivity. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 145–164. <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.145>
- Groshen, E. L., Moyer, B. C., Aizcorbe, A. M., Bradley, R. & Friedman D. M. (2017).** How Government Statistics Adjust for Potential Biases from Quality Change and New Goods in an Age of Digital Technologies: A View from the Trenches. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 187–210. <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.187>

- Leclair, M. & Passeron, V. (2017).** Une inflation modérée depuis le passage à l'euro. *Insee focus* N°87. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2854085>
- Lequiller, F. (1997).** L'indice des prix à la consommation surestime-t-il l'inflation ? *Économie et Statistique*, 303, 3–32. <https://doi.org/10.3406/estat.1997.2542>
- Lequiller, F. (2000).** La nouvelle économie et la mesure de la croissance. *Économie et Statistique*, 339-340, 45–71. <https://doi.org/10.3406/estat.2000.7479>
- Magnien, F. & Pognard, J. (2000).** Les indices à utilité constante ; une référence pour mesurer l'évolution des prix. *Économie et Statistique*, 335, 81–94. <https://doi.org/10.3406/estat.2000.7523>
- Magnien, F. (2003).** Mesurer l'évolution des prix des services de téléphonie mobile ; une entreprise difficile. *Économie et Statistique*, 362, 3–31. <https://doi.org/10.3406/estat.2003.7340>
- Reinsdorf, M. (1993).** The Effect of Outlet Price Differentials in the U.S. Consumer Price Index. In: Foss, M., Manser, M. & Young, A. (Eds.). *Price Measurements and Their Uses*, pp. 227–258. Chicago: University of Chicago Press.
- Reinsdorf, M. & Schreyer, P. (2018).** Measuring inflation in a digital economy. OECD, *SDD Working Paper 101*. <https://doi.org/10.1787/18152031>
- Saglio, A. (1995).** Changements du tissu commercial et mesure de l'évolution des prix. *Économie et Statistique*, 285-256, 9–33. <https://doi.org/10.3406/estat.1995.5975>
- Sillard, P. (2017).** L'indice des prix à la consommation. Insee, *Document de travail n°F1706*. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/version-html/2964204/F1706.pdf>
- Syverson, C. (2017).** Challenges to Mismeasurement Explanations for the US Productivity Slowdown. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 165–186. <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.165>
- Vanoli A. (2002).** *Une histoire de la comptabilité nationale*. Paris: La Découverte, Collection Repères.
-