

Une comparaison de déflateurs pour les services de télécommunications

A Comparison of Deflators for Telecommunications Services Output

Mo Abdirahman*, Diane Coyle**, Richard Heys*** et Will Stewart****

Résumé – La consommation de données a augmenté de près de 2 300 % entre 2010 et 2017 au Royaume-Uni, et pourtant la valeur ajoutée brute réelle du secteur des services de télécommunications a diminué de 8 % entre 2010 et 2016 alors que le secteur affichait l'un des taux de croissance de la productivité les plus bas de son histoire. Ce décalage entre l'amélioration rapide des technologies et la performance économique mesurée vient en grande partie des déflateurs appliqués à la production nominale. Nous comparons deux options méthodologiques : premièrement, une amélioration de l'indice existant des prix à la production des services de télécommunications ; deuxièmement, une méthode de mesure des variations de prix fondée sur le prix moyen par unité de données pour différents services de télécommunications. La principale différence entre ces deux options est que le premier indice est pondéré par les revenus tandis que le deuxième peut être considéré comme étant pondéré par les volumes. En utilisant ces deux méthodes, nous concluons que les services de télécommunications ont enregistré une baisse de prix comprise entre 37 % et 96 % de 2010 à 2017, bien au-delà du déflateur actuel. La production réelle du secteur est donc largement supérieure à ce que les statistiques actuelles suggèrent.

Abstract – Data usage in the UK expanded by nearly 2,300% between 2010 and 2017, yet real Gross Value Added for the telecommunications services industry fell by 8% between 2010 and 2016, while the industry experienced one of the slowest rates of recorded productivity growth. This disconnect between rapid technological improvements and the measured economic performance can largely be explained by the deflators applied to nominal output. We contrast two methodologically distinct options: the first consists in strengthening the existing Services Producer Price Index for Telecommunication Services, the second in measuring price changes through the average price per unit of data for various telecommunication services. The key distinction between these options can be considered as contrasting a revenue weighted index with one that can be seen as a volume-weighted index. Using these methods, we conclude that telecommunications services prices fell by between 37% and 96% from 2010 to 2017, considerably more than the current deflator. The real output of the sector will therefore have been considerably higher than indicated by current statistics.

Codes JEL / JEL Classification : E01, L16, L96

Mots-clés : progrès technologique, télécommunications, déflateurs

Keywords: technological progress, telecommunications, deflators

* Intellectual Property Office (mohamed.abdirahman@ipo.gov.uk) ; ** Université de Cambridge et Economic Statistics Centre for Excellence (dc700@cam.ac.uk) ; *** Office for National Statistics (richard.heys@ons.gov.uk) ; **** Institution for Engineering and Technology (IET) (w.stewart@ieee.org)

Nous remercions les participants au groupe de travail IET pour leurs précieuses contributions : Ahmed Kotb, Hannah Conway, Stephanie Baxter et Jeremy Watson. Nous remercions également Anna Ardanaz-Badia, Ash Loakes, Chris Payne, Emma Howley, Gaganan Awano, George Abugba, Hannah Evans, James Scruton, John Jeremy, Helen Sands, Kat Pegler, Marilyn Thomas, Mark Stephens, Monique Sidhu, Sanjiv Mahajan, Robert Kent-Smith et Thomas Lewis (ONS); David Mark Harrison, Gary Clemo, Jonathan Porter et Max Fernando (Ofcom); Tim Miller et Tony Lavender (Plum Consulting); Jonathan Haskel et Peter Goodridge (Imperial College); Frances Cairncross (Oxford University), Marko Melolinna (Bank of England), Miles Elsdon (Massive Dynamics), Nicolas Oulton (LSE/Centre for Macroeconomics), Daniele Viappiani (HMT), Nigel Brown (Cabinet Office), Peter Ladkin (Causalis); ainsi que deux rapporteurs anonymes.

Reçu le 27 juin 2018, accepté après révisions le 9 avril 2019.

Traduit de la version originale anglaise

Citation: Abdirahman, M., Coyle, D., Heys, R. & Stewart, W. (2020). A Comparison of Deflators for Telecommunications Services Output. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 517-518-519, 103-122. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2020.517t.2017>

Les utilisateurs des données des comptes nationaux souhaitent habituellement analyser ces données en termes réels, par exemple pour les comparer dans le temps, ce qui requiert de déflater les valeurs nominales. Les instituts de statistique calculent les déflateurs des comptes nationaux conformément à des directives internationales, mais la construction de ces déflateurs peut être problématique, notamment s'agissant du traitement de nouveaux biens entrant dans le panier de consommation, des variations de qualité qui peuvent faire varier les prix, de la nature du produit et de produits atteignant une « solution en coin », par exemple lorsque leur prix tombe à zéro ou lorsque la consommation est illimitée à un prix donné. Ces difficultés concernent principalement les produits de haute technologie et les produits numériques, car les progrès réalisés en matière d'ingénierie ont été rapides au cours des vingt dernières années, et la forte hausse de la consommation s'est accompagnée d'une forte baisse des prix unitaires. L'article se concentre sur le secteur des services de télécommunications¹, où ces problèmes sont particulièrement patents².

Nous examinons le déflateur des services de télécommunications actuellement utilisé pour la mesure du PIB avec l'approche par la production³. Les services de télécommunications ont connu une période de changement technologique extrêmement rapide ces dernières années, et les questions soulevées dans la littérature sont particulièrement pertinentes pour ce secteur. Les données de l'Office for National Statistics (ONS, l'institut de statistiques du Royaume-Uni) et de la base EU-KLEMS suggèrent que, depuis quelques années, le secteur des télécommunications affiche l'un des taux de croissance de la productivité les plus bas de son histoire ; pour les ingénieurs des télécommunications, c'est en total contraste avec l'extrême rapidité des progrès technologiques réalisés. Le secteur a également enregistré une croissance rapide de la demande observée en termes de volumes de consommation de données, mais pas en termes de revenu total. Les télécommunications faisaient partie des deux secteurs britanniques où la croissance était la plus rapide, en termes de productivité, avant la Grande récession, mais elles affichent aujourd'hui l'un des deux ralentissements les plus prononcés, avec une croissance de la productivité négative entre 2012 et 2017 (ONS, 2018). Dans ce contexte, certains commentateurs (y compris des rapports officiels tels que le rapport Bean de 2016) suggèrent que les déflateurs officiels sous-estiment la « vraie »

baisse des prix de ces produits et, en conséquence, la croissance économique réelle.

Nous montrons qu'une amélioration modeste de l'actuelle méthode de construction du déflateur de la production au niveau du produit, ou l'utilisation d'une méthode alternative plus radicale, donnent une estimation de la baisse des prix comprise entre 37 % et 96 % sur une période de huit ans, contre une hausse de 3 % avec le déflateur actuel. Ces améliorations alternatives du calcul de l'indice des prix des services de télécommunications, qui permettent de prendre en compte des services de données haut débit, suggèrent que la production réelle du secteur des services de télécommunications a été largement sous-estimée au Royaume-Uni (et sans doute dans d'autres pays) ces dernières années.

Des problèmes similaires existent probablement dans plusieurs autres secteurs où les technologies numériques ont permis d'améliorer les services, mais ils sont les plus marqués dans celui des services de télécommunications. La quantité de données transmises par réseau de télécommunications affiche une croissance exponentielle depuis plusieurs années. Logiquement, cette forte amélioration de la performance en matière de transmission de données, à coût constant ou moindre, devrait générer une forte hausse de la production réelle. L'article n'aborde pas la complexité des nouveaux biens numériques, ni les problèmes de frontière relatifs au lieu de production (voir par exemple Coyle, 2017), mais se concentre sur la question plus simple de la mesure de la production dans le secteur des services de télécommunications, en termes réels, et sur des approches alternatives pour le calcul des déflateurs.

1. Les services de télécommunications comprennent les quatre sous-catégories de la classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique (CITI) de 2008 : Activités de télécommunications par câble (6110), Activités de télécommunications sans fil (6120), Activités de télécommunications par satellite (6130) et Autres activités de télécommunications (6190). A noter toutefois que les déflateurs que nous comparons dans l'article s'entendent au niveau du produit. Ils fournissent donc des informations sur les variations de prix des services de télécommunications individuels et non pas sur celles de l'ensemble du secteur. Bien que la plupart des services de télécommunications soient produits dans le même secteur, une partie de l'activité se déroule également dans d'autres secteurs.

2. En 2016, l'ONS s'est associé avec de grands économistes et ingénieurs de l'Institution of Engineering and Technology pour examiner cette question. Un article antérieur de l'ONS (Heys & Awano, 2016) présente quelques-uns des problèmes conceptuels les plus importants qui sont considérés.

3. Le PIB peut être calculé avec une approche par la production, par les dépenses ou par les revenus. Pour veiller à ce que les trois approches produisent les mêmes estimations dans la pratique, les comptes nationaux appliquent un processus de mise en cohérence.

Nous envisageons à la fois une amélioration de la méthodologie actuelle et une nouvelle approche focalisée sur la consommation de données. Les estimations différant fortement selon la méthode retenue, nous étudions également dans quelle mesure la structure du marché et le changement technologique enregistré dans le secteur sont susceptibles de faire converger ces deux méthodes au fil du temps. À l'heure actuelle, le prix par unité de données varie fortement selon les services concernés. Par exemple, il est plus cher de transmettre le même volume de données par SMS que par un service hors offre comme *WhatsApp*, ce qui pourrait être transitoire. Au fil du temps, il est probable que les prix actuellement facturés par unité de données convergent pour différents services de communication, principalement en raison de la concurrence de produits très proches mais meilleur marché : si les consommateurs payent actuellement un prix différent par unité de données, le produit semblable mais moins cher devrait finir par dominer et accroître sa part de marché, s'il reste concurrentiel. Du fait de cette convergence, un indice de valeur unitaire fondé sur la consommation de données pourrait constituer un déflateur indicatif plus pertinent. Nous montrons que cette convergence a commencé, bien qu'il soit encore trop tôt pour recommander de passer de la méthodologie actuelle (mais améliorée) à l'indice de valeur unitaire agrégé que nous calculons.

Les deux options illustrent une différence clé entre les approches des ingénieurs et des économistes : les économistes observent divers produits dont les prix et les poids sont différents au sein d'un panier de biens, fournis *via* la transmission de données, tandis que les ingénieurs observent le secteur des services de télécommunications ne produisant qu'un seul produit (les données transmises, qui sont utilisées de plusieurs façons pour fournir différents services), où le coût par bit de données a enregistré une baisse claire et significative au fil du temps. Notre première option est une mise à jour relativement prudente du déflateur actuel, en ligne avec les normes internationales. Elle ajoute notamment des composantes importantes au panier de biens retenus pour le secteur. La deuxième option part du point de vue de l'ingénierie, pour lequel il n'y a qu'un seul service (les données). Cette approche, focalisée sur la consommation de données, convertit tous les services en une seule mesure du volume de données et utilise le revenu par unité de données comme déflateur.

Les résultats sont notables dans les deux cas, suggérant une baisse de prix beaucoup plus rapide qu'avec le déflateur actuel. Nous constatons que les services de télécommunications ont enregistré une baisse de prix comprise entre 37 % et 96 %, soit largement en deçà du déflateur actuel. Il semble donc que la croissance réelle des services de télécommunications indiquée dans les comptes nationaux soit sous-estimée. Nous présentons également des modifications pouvant être apportées à nos deux approches afin de réduire cette fourchette.

L'article est structuré comme suit. La première section rappelle le contexte puis examine les questions d'ingénierie selon les différences entre les services de télécommunications, ainsi que la façon de représenter la production de tous les services en termes de bits de données transportés. Dans la deuxième section, nous présentons la méthode de calcul du déflateur actuel et deux solutions alternatives dont nous examinons les forces et faiblesses. Les résultats et certaines améliorations futures possibles sont présentés en troisième section.

1. Contexte

Le marché britannique des télécommunications fixes est concentré⁴ : en 2017, British Telecom (BT) et Virgin Media détenaient une part de marché d'environ 53 %. Les 47 % restants appartiennent à un petit nombre de fournisseurs de moindre envergure, qui passent souvent par le réseau de BT (Openreach).

Les contrats de services de télécommunications fixes sont souvent des offres groupées (ou « bouquets ») dans le cadre desquelles les consommateurs achètent leur internet haut débit avec au moins une ligne téléphonique. Toutefois, contrairement aux contrats de services mobiles, ils n'incluent pas toujours un forfait pour les appels vocaux. Pour cette raison, le poids des revenus des appels téléphoniques diminue fortement, car les applications permettant l'accès aux données ont pris le pas. Par ailleurs, le prix du contrat mensuel inclut la location de la ligne, mais celle-ci n'est pas facturée séparément, elle est simplement intégrée au prix du bouquet. Certains bouquets ont évolué et incluent aujourd'hui des services qui ne relèvent pas des télécommunications, par exemple les forfaits de télévision. Toutefois, notre analyse exclue tous

4. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0012/110154/Q3-2017-Telecoms-Data.pdf [données du tableau 2 en page 4, obtenues le 4 décembre 2018].

les revenus des services qui ne relèvent pas des télécommunications, de façon à ne pas biaiser notre déflateur des services de télécommunications par l'inclusion de revenus non pertinents.

Le marché britannique des télécommunications mobiles est lui aussi concentré⁵ : fin 2015, les deux plus gros fournisseurs contrôlaient environ 56 % du marché et les quatre plus gros opérateurs environ 85 %. Les 15 % restants étaient desservis par plusieurs opérateurs de réseaux virtuels plus petits, qui utilisent les réseaux des grands opérateurs. Les contrats de services mobiles peuvent être à paiement anticipé ou différé. Les contrats à paiement différé sont fournis principalement selon un tarif groupé comprenant un forfait prédéfini pour les appels, les messages texte et les données. Bien que les contrats à paiement anticipé soient habituellement établis en fonction de la consommation, ils proposent de plus en plus souvent l'achat d'un forfait mensuel d'appels, de messages texte et de données.

En raison du regroupement de différents services de télécommunications en un seul prix mensuel, il est difficile d'observer le poids réel des revenus des différents services mobiles. En effet, les opérateurs mobiles ne ventilent pas les revenus groupés en composantes distinctes. Pour cette raison, nous devons appliquer une hypothèse forte selon laquelle le prix unitaire des différents services est le même dans un bouquet et en dehors du bouquet. Toutefois, les services de voix et de texte sont souvent proposés sur une base illimitée et les nouveaux bouquets se concentrent donc sur l'augmentation du forfait de données. Cela limite alors la part des données mobiles dans les revenus hors bouquet et crée une distorsion dans notre calcul des poids des revenus. Ainsi, les écarts entre le prix unitaire des différents services mobiles ne traduisent-ils pas nécessairement des différences importantes entre la valeur que donne le consommateur à ces différents services, notamment pour les services de voix et de texte traditionnels par rapport aux services de données plus récents.

1.1. À quoi correspondent les services de télécommunications ?

La plupart des utilisateurs ont le sentiment d'acheter des produits et services numériques en tous genres, des films aux services bancaires, et pas le transport de ces produits et services. Pourtant, en termes d'ingénierie, les communications sont essentiellement un moyen de transport de bits de données, qu'il s'agisse

de la téléphonie traditionnelle, de services de télévision/vidéo, de services bancaires ou de réseaux sociaux/textuels. À titre d'analogie, les ménages utilisent de l'eau pour se laver, pour nettoyer, pour cuisiner ou autre, tandis que pour les fournisseurs d'eau, seule compte la quantité d'eau transportée vers chaque logement, les prix dépendant du volume d'eau consommé, et des coûts fixes du réseau. Pour les produits physiques, on s'attend à ce que tout coût de transport soit déterminé en fonction de caractéristiques spécifiques telles que la taille et le poids du produit plutôt qu'en fonction de la valeur intrinsèque du produit lui-même (à quelques exceptions près). Au Royaume-Uni, les services de données sont fournis par bits de données transmis aux consommateurs, grâce à une connexion par fibre optique ou une connexion sans fil. Même si ces services immatériels ont un poids nul, l'analogie tient.

Le coût d'un réseau de fibre optique comprend principalement les coûts fixes de l'installation⁶, qui n'ont pas beaucoup changé ces dernières années. Toutefois, le débit de données produit par une seule fibre optique installée a augmenté de 10^{10} fois (passant de 0.1 Mbit par seconde à 1 petabit par seconde) pour les plus performants⁷ entre 1960 et 2015. De même, le débit de données des systèmes les plus répandus a augmenté de 10^6 fois entre 1980 et 2015 (passant d'environ 1 Mbit par seconde à 1 terabit par seconde)⁸. Chacune de ces améliorations représente globalement un gradient de croissance logarithmique relativement stable de 150 % par an, soit entre 5 000 % et 6 000 % tous les dix ans⁹. Bien qu'il y ait eu un certain nivellement entre les « champions » ces dernières années, ils restent considérablement plus élevés que les débits des systèmes installés. Pour cette raison, il est possible que les débits de données des systèmes installés augmentent encore, et ce de manière significative.

5. https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0026/26648/uk_telecoms.pdf [Figure 4.21 en page 154 ; données obtenues le 4 décembre 2018].

6. Ingénierie civile (construction) pour la plupart.

7. Les meilleurs résultats sont ceux réalisés par les systèmes expérimentaux dans le meilleur scénario possible. Voir Ellis et al. (2016).

8. Cette hausse des volumes, pour un coût semblable ou moindre, devrait engendrer des gains de productivité de la même ampleur comme ce serait le cas pour le sucre par exemple. Aujourd'hui, la consommation annuelle de sucre au Royaume-Uni, si elle était répartie uniformément sur l'ensemble du territoire national, serait à peine plus épaisse qu'une pellicule d'huile sur de l'eau (4 microns, c'est-à-dire un trentième du diamètre d'un cheveu humain ou d'une fibre optique). Toutefois, si les gains générés par les systèmes de fibre optique installés depuis 1980 étaient appliqués au sucre, le Royaume-Uni serait recouvert d'une couche de sucre supplémentaire de quatre mètres par an.

9. Il est intéressant de constater que cela est semblable à la loi de Moore.

1.2. Mesure des variations de prix

Sur ce marché, la principale question est de conceptualiser et mesurer le produit phare, à savoir « les données », en englobant le haut débit (fixe et mobile) et tous les autres services de télécommunications (appels téléphoniques, messages texte, etc.). Quelle est l'unité de mesure de volume la plus appropriée, tenant compte des variations de qualité et, par conséquent, le déflateur de prix le plus approprié à appliquer à la production nominale pour pouvoir estimer les volumes ?

Cette question fait partie d'un ensemble plus vaste de questions semblables récemment posées quant à la mesure de l'économie numérique, mais qui ne font que ranimer de vieux débats, certes de manière particulièrement aiguë. L'innovation est la caractéristique fondamentale de l'économie numérique. Elle s'incarne dans de nouveaux produits et services, dans l'amélioration de la qualité et de la variété ou dans de nouveaux modèles économiques (comme les plateformes numériques). Elle participe des changements mentionnés plus haut intervenus dans le secteur des télécommunications ces dernières années. L'innovation dans son ensemble est depuis longtemps problématique dans la construction des indices de prix, comme Diewert (1998) le résume : « le principal problème repose sur le fait que la traditionnelle théorie des indices suppose que le panier de biens est fixe et reste exactement le même d'une période à l'autre, de sorte que les comparaisons peuvent se faire à périmètre constant ».

Pour cette raison, une attention considérable a été apportée à la façon dont l'innovation devrait être traitée dans les indices de prix, ainsi qu'au degré de divergence entre ce traitement et les pratiques habituelles des instituts de statistique.

L'approche naïve consiste à utiliser un indice de valeur unitaire calculé en fonction du revenu total et du volume total pour un service donné. Les indices de valeur unitaire dépendent des unités choisies, et nécessitent que les biens soient globalement homogènes, sans quoi la série de prix pourrait être biaisée car le prix unitaire englobe à la fois les variations de prix et les variations de quantité. L'absence de biais ne peut être garantie que si les produits sont entièrement homogènes et si, en conséquence, aucune évolution de la consommation n'est due à la substitution des caractéristiques du produit¹⁰. Les instituts de statistique utilisent parfois des indices de valeur unitaire pour des raisons

pragmatiques, mais la théorie économique privilégie d'autres méthodes. Le traditionnel indice de Laspeyres en est une, qui répond à la question suivante : combien faudrait-il aujourd'hui à un consommateur ayant des préférences fixes pour conserver le même niveau d'utilité qu'hier tout en consommant le même panier de biens qu'hier ? L'indice donne une borne supérieure car il ne prend pas en compte les substitutions de produits liées à des variations des prix relatifs¹¹.

Du point de vue de la théorie économique, l'indice de prix devrait plutôt répondre à une question subtilement différente : comment un consommateur hypothétique évaluerait-il les deux ensembles de prix et de biens ? Quelle est la variation compensatoire qui maintient le consommateur sur la même courbe d'indifférence en dépit des variations de prix et des substitutions ? Par exemple, supposons qu'un ordinateur portable coûte 1 000 euros en 2012 et en 2017, mais que celui de 2017 soit beaucoup plus performant en termes de vitesse et de mémoire. Il est possible qu'un consommateur soit aussi satisfait en 2012 qu'en 2017, compte tenu des produits disponibles sur le marché et de ses attentes, qui sont influencées par la société (d'où l'attrait intuitif pour la comparaison des valeurs unitaires). Toutefois, pour refléter la croissance réelle due à l'innovation, les prix devraient refléter une baisse, or la valeur perçue en tant que surplus du consommateur a augmenté. Pour cette raison, les économistes préfèrent un indice superlatif comme celui de Fisher, qui calcule une valeur approximative pour l'indice théorique du coût de la vie maintenant l'utilité du consommateur à un niveau constant. Cependant, ces indices superlatifs requièrent des données relatives aux dépenses de la période actuelle, qui ne sont habituellement pas disponibles lorsque les indices de prix sont calculés. L'indice de Laspeyres (ou celui de Lowe¹²) est donc le plus souvent utilisé en pratique (soit avec des poids fixes, soit avec des poids mis à jour annuellement).

Dans la pratique standard, il existe plusieurs méthodes pour réduire le biais potentiel résultant de l'arrivée de nouveaux biens et des variations de qualité, mises en œuvre ponctuellement par les instituts de statistique, surtout depuis la

10. Dans ce cas, l'indice ne pose pas de difficultés particulières.

11. Inversement, l'indice de Paasche crée une borne inférieure car il fonctionne à rebours à partir du panier de biens d'aujourd'hui.

12. L'indice de Lowe dépasse celui de Laspeyres pour toute période durant laquelle les prix relatifs suivent des tendances à long terme et les consommateurs remplacent leurs produits habituels par des produits moins chers.

publication du rapport de la commission Boskin (1996). L'une d'entre elles consiste en une mise à jour fréquente des poids de l'indice. Une autre à introduire les nouveaux biens dans les indices de prix plus rapidement qu'auparavant, afin de mieux saisir la chute rapide des prix qui intervient souvent durant les premières années du cycle de vie d'un produit. Une autre encore, souvent considérée comme méthode de référence pour corriger toute variation rapide de la qualité, est un ajustement hédonique en fonction de régressions effectuées sur des caractéristiques définissables, afin de relier le prix par unité à « un étalon plus pertinent par rapport à son utilité intrinsèque »¹³. Par exemple, les régressions hédoniques sur les prix des ordinateurs pourraient inclure la vitesse de l'unité centrale, la mémoire RAM, la capacité du disque dur, la définition de l'écran, la présence d'un appareil photo intégré, etc. En réalité, les produits deviennent des bouquets de caractéristiques plus fondamentales, ce qui permet de comparer les prix de bouquets comparables rassemblant ces caractéristiques. Cependant, l'ajustement hédonique est habituellement appliqué à un petit nombre de biens, dont la qualité ou les caractéristiques changent rapidement, qui ne représentent qu'une petite partie du panier de consommation (0.39 % au Royaume-Uni¹⁴) en partie en raison d'exigences fortes en matière de données. Pour régler le problème du biais, l'ajustement hédonique impose également l'hypothèse selon laquelle la contribution au prix de différentes composantes est égale à leur contribution marginale à la valorisation du produit par le consommateur.

Il existe une littérature abondante sur la question du traitement des nouveaux biens dans l'approche hédonique. S'agissant des nouveaux biens, l'introduction du haut débit en tant que produit a suscité un intérêt notable. L'approche commune à tous ces travaux consiste à évaluer les prix corrigés en fonction de la qualité au moyen de régressions hédoniques (Griliches, 1961). Williams (2008) examine les prix d'accès à l'internet en vigueur aux États-Unis entre décembre 2004 et janvier 2007. L'étude utilise 135 prix observés dans la base de données des prix à la consommation du Bureau of Labor Statistics et définit des fonctions hédoniques dans lesquelles la principale caractéristique de qualité est la largeur de bande. Williams constate que le fait de corriger l'indice des prix d'accès à l'internet en fonction de la qualité fait peu de différence. Greenstein & McDevitt (2010) utilisent un échantillon de plus de 1 500 prix d'un cabinet de conseil privé observés

entre 2004 et 2009, pour construire un modèle hédonique où les principales caractéristiques de qualité sont la vitesse de téléchargement et de téléversement. Selon les auteurs, les prix corrigés en fonction de la qualité ont diminué d'environ 3 % à 10 % durant la période. Cette baisse est supérieure à celle indiquée par la mesure officielle, mais néanmoins largement inférieure aux variations des prix corrigés en fonction de la qualité d'autres produits tels que les ordinateurs.

Toutefois, les études hédoniques ont leurs limites et c'est pourquoi nous avons décidé de ne pas suivre cette approche. Hausman (2003) examine certaines des limites des régressions hédoniques de façon générale. Selon lui, les prix en vigueur sur des marchés qui ne sont pas parfaitement concurrentiels sont déterminés par la demande, par les coûts et par le degré de concurrence du marché, et les régressions hédoniques ne parviennent que très rarement à faire la distinction entre ces facteurs. De plus, même si une régression hédonique est acceptable, Hausman affirme qu'il est difficile d'identifier toutes les caractéristiques du produit qui doivent être prises en compte, alors que cette question est cruciale si les caractéristiques du produit concerné évoluent rapidement.

D'un point de vue pratique, la question plus fondamentale de l'exhaustivité des caractéristiques du produit utilisées dans la régression hédonique se pose également. La largeur de bande et la vitesse de téléchargement / téléversement, bien qu'elles soient importantes, ne suffisent pas, à elles seules, à expliquer les variations de prix et de qualité du haut débit. D'autres facteurs tels que le plafonnement des données, la limitation de la vitesse de téléchargement aux heures de pointe, la latence (délai entre la transmission et la réception des données) et la couverture géographique sont des considérations de qualité importantes du service haut débit lui-même. En outre, même la largeur de bande doit être traitée prudemment car il y a une différence entre sa valeur annoncée et effective. Les vitesses annoncées peuvent rester stables tandis que les vitesses réelles de téléchargement et de téléversement s'améliorent, et inversement. Par ailleurs, la largeur de bande réelle ne peut pas être prise en compte dans les fonctions hédoniques car la vitesse réelle ne peut pas être observée au niveau du contrat de

13. "a yardstick more nearly relevant to its intrinsic utility" (Adelman & Griliches, 1961).

14. Chiffre relatif à l'indice des prix à la consommation.

service individuel. Ces limitations de l'approche hédonique peuvent être contournées grâce à l'approche par la valeur unitaire, dans certaines conditions, qui pourrait s'appliquer au secteur des services de télécommunications.

Il est également difficile de construire des paniers représentatifs de contrats de service haut débit, en raison de la complexité des prix en vigueur dans le secteur, de la vaste gamme des options et des tarifs proposés et de leur nature dynamique. Pour construire un indice de prix, l'approche par le panier de biens est donc discutable.

1.3. Méthodes alternatives permettant de traiter les nouveaux biens et les variations de qualité

Conséquence du changement technologique rapide enregistré dans le secteur des services de télécommunications, le poids des volumes des différents services est largement différent du poids de leurs revenus respectifs. Par exemple, les services de données représentent un poids très important en termes de volumes (mesurés par bit pour tous les services), mais beaucoup plus petit en termes de revenus. Le même problème s'observe avec les prix des médicaments. Lorsque la version générique d'un médicament arrive sur le marché, cela n'affecte quasiment pas l'indice de prix, en dépit du niveau beaucoup moins élevé des prix des médicaments génériques (Griliches, 1994). En effet, l'indice de prix utilise habituellement la pondération par les revenus. Les laboratoires en place représentent généralement une grande partie des revenus, tandis que les génériques représentent la majeure partie des volumes¹⁵. Griliches & Cockburn (1993) notent que les prix officiels pondérés en fonction des revenus ne mesurent pas bien les prix réellement payés pour des biens que les consommateurs considèrent comme un substitut presque parfait mais que l'indice traite comme des biens distincts même si la substitution par les consommateurs se poursuit dans le temps. Dans l'indice standard des variations de prix entre les périodes 0 et 1, le poids des revenus utilisé pour les anciens biens est le suivant :

$$\frac{Q_{old}^1 \cdot P_{old}^1}{Q_{old}^1 \cdot P_{old}^0 + Q_{new}^1 \cdot P_{new}^0}$$

L'ampleur avec laquelle cette formule surestime la contribution de l'ancien produit dépend de la variation de la quantité achetée du nouveau bien et de son prix minimal moyen, car le « vrai » poids moyen est le suivant :

$$\frac{Q_{old}^1 \cdot P_{old}^1}{Q_{old}^1 \cdot P_{old}^0 + Q_{new}^1 \cdot P_{new}^0 + (Q_{new}^1 - Q_{new}^0) \cdot p^r}$$

où p^r est le prix minimal moyen du nouveau bien. Indiscutablement, le poids des revenus de l'ancien bien diminue à mesure que le consommateur lui substitue une quantité de nouveau bien et la difficulté s'efface peu à peu. Toutefois, même Griliches & Cockburn (1993) tiennent compte du poids des revenus dans l'approche qu'ils proposent. L'approche par la consommation de données, que nous mettons en œuvre dans l'article, correspond davantage à celle de Nordhaus (1994, 2007).

Les indices de prix, même avec un ajustement hédonique, ne pourront jamais saisir le surplus du consommateur lié à l'arrivée d'un nouveau bien sur le marché. Feldstein (2017) affirme que la non-prise en compte des nouveaux produits et de leur impact sur la valeur que leur donne le consommateur engendre un biais encore plus important que la non-prise en compte des variations de qualité. Il est difficile de définir le moment de l'inclusion de nouveaux biens dans un indice de prix et d'estimer leur impact sur la valeur que leur donne le consommateur au moyen de méthodes conventionnelles. En théorie, et parfois dans la pratique, il est possible d'estimer la courbe de demande et, en conséquence, le prix minimal à partir duquel la demande est nulle, lorsque le bien concerné fait sa première apparition (Hicks, 1940 ; Hausman, 1996, 2003). Hausman montre également que ce prix minimal peut être approximé grâce à une estimation de l'élasticité-prix directe de la demande. Cette approche nécessite d'obtenir des données sur les dépenses actuelles et impose des exigences significatives en matière de données.

Une autre approche consiste à mesurer directement le coût de la caractéristique du service. Elle a été appliquée à l'énergie lumineuse (lumen-heure) et au traitement informatique (nombre de calculs par seconde) par Nordhaus (1994, 2007), qui a construit une série à long terme de mesures de performance en termes d'ingénierie, observées directement, et estimé le coût d'approvisionnement correspondant par unité, soit d'énergie lumineuse, soit de calcul. Puisque les marges restent constantes, on s'attend à ce que les variations des prix facturés soient étroitement corrélées aux variations des coûts. En mesurant le prix de la caractéristique fondamentale du service (énergie lumineuse ou nombre de calculs) plutôt que le prix des biens

15. Une question se pose toutefois : pourquoi les laboratoires en place peuvent-ils maintenir ces écarts de prix pour leurs produits ? Cela découle-t-il de caractéristiques non observées ou d'un mauvais fonctionnement du marché, où les consommateurs ne réagissent pas entièrement à de nouveaux signaux de prix ?

qui offrent cette caractéristique, la méthode saisirait les variations de qualité et la valeur des nouveaux biens, à condition que les marges ne changent pas trop, par exemple du fait de l'évolution de la concurrence. Ici, par analogie, on considèrerait le coût d'ingénierie pour la transmission d'une unité de données. Toutefois, les coûts de ces caractéristiques observées du côté de l'offre sont beaucoup plus difficiles à collecter au fil du temps que les prix de marché des biens, notamment pour des services de réseau complexes tels que les communications.

Les alternatives à l'approche hédonique indiquent également un biais substantiel à la hausse dans le calcul conventionnel des indices de prix. Cependant les deux requièrent des travaux statistiques et économétriques rigoureux et ne sont pas applicables dans la pratique ordinaire du calcul des indices de prix officiels. L'une des questions auxquelles nous tentons de répondre ici est de savoir si une caractéristique fiable de service (les bits de données transportés), intéressante en termes conceptuels, peut être mesurée de façon relativement simple. Il faut noter qu'il ne semble y avoir aucune solution pratique satisfaisante au potentiel biais à la hausse des indices de prix dans le cas de biens et services faisant l'objet d'une forte innovation.

Le problème est toujours d'actualité : voir par exemple Bean (2016), ainsi que des travaux réalisés aux États-Unis, par exemple par Byrne & Corrado (2017) et Groshen *et al.* (2017). Ahmad *et al.* (2017) tentent d'évaluer l'ampleur du problème en appliquant les déflateurs de différents pays à d'autres pays afin de voir si les variations de volumes qui en découlent sont suffisamment importantes pour justifier des travaux supplémentaires. Ils concluent que les impacts sont relativement faibles. Cette approche a des lacunes, car la comparaison entre différents déflateurs biaisés à la hausse ne permet pas d'identifier ces biais communs, comme le permettrait la comparaison avec un déflateur correctement spécifié.

1.4. Nouveaux défis méthodologiques dans le secteur des télécommunications

Il est important de souligner que, dans le secteur des services de télécommunications, le changement technologique engendre une convergence des services, tant du point de vue des réseaux et que de celui des utilisateurs. Par exemple, les appels vocaux (anciennement « téléphonie ») se démarquent des autres services dans la façon dont ils sont traités et facturés par le réseau

(ainsi que, et surtout, par les régulateurs) mais, du point de vue des utilisateurs, ils équivalent de plus en plus à des services tels que *Skype* et *WhatsApp*, qui offrent la possibilité de passer des appels par le réseau de données et qui sont soumis à un régime de facturation différent. Il en est de même pour les messages texte : ce terme ne désignait auparavant que les messages SMS mais couvre maintenant toute une gamme de services de conversation par texte utilisant en réalité le réseau de données mais offrant les mêmes (voire de meilleures) fonctionnalités à l'utilisateur. Ainsi, les prix de services similaires présentent de gros écarts, notamment si on les ramène au prix par bit de données. Et les coûts peuvent également varier fortement entre des taux de transmission de bits semblables sur différents services de réseau et différentes portées de transmission¹⁶. Il est probable que le type de service utilisé par les consommateurs sur leurs appareils fixes ou mobiles continue d'évoluer rapidement, d'une manière généralement difficile à prévoir.

La construction d'un indice fondé sur des unités de données soulève alors plusieurs questions :

- Pendant combien de temps les différents produits (téléphonie, messages texte, consommation de données), qui sont pour l'essentiel tous des données présentées sous des formes différentes, seront-ils considérés comme des services différents par les utilisateurs ?
- Pendant combien de temps les écarts de prix entre ces produits persisteront-ils ?
- À mesure de l'arrivée de produits alternatifs moins chers, pendant combien de temps les fournisseurs continueront-ils de proposer ces services selon les anciens dispositifs ? En d'autres termes, pendant combien de temps les fournisseurs de téléphonie vont-ils séparer les services de données au lieu de porter les données au moyen d'une technologie de protocole IP, qui permettrait de fournir le même service au consommateur en utilisant moins de données et pour un coût moindre ?

16. L'utilisation du réseau de données est habituellement moins chère et normalement insensible au rapport distance/prix. D'autres différences peuvent être importantes aux yeux de l'utilisateur, comme le chiffage et la transmission de vidéos et de photos en même temps que de texte, mais l'impact global, du point de vue du réseau, est que tous les services constituent un moyen de transport de bits de données. Le réseau téléphonique suit des directives claires quant à la latence maximale autorisée, afin d'éviter les difficultés qui rendent les appels vocaux par satellite géostationnaire très peu satisfaisants (comme on le constate souvent à la télévision). Les services d'appels vocaux passant par le réseau de données, comme Skype, ont connu les mêmes problèmes par le passé, mais l'amélioration généralisée des réseaux a résolu la plupart d'entre eux, à tel point que les radiodiffuseurs les préfèrent parfois aux téléphones traditionnels.

- Dans ces conditions, est-il approprié de considérer la téléphonie et *Skype*, par exemple, comme des substituts parfaits ?

Un nouveau défi émerge pour le calcul des indices de prix. Que se passera-t-il lorsque, au lieu de voir un ancien bien remplacé par un nouveau bien, plusieurs anciens biens convergeront vers un seul nouveau bien ? Par exemple, dans l'hypothèse où *Skype* et la téléphonie convergent, quel prix retenir pour la période de base ? Faut-il leur affecter la même pondération ? Et si oui, une pondération par les revenus ou une pondération par les volumes ? La section suivante examine les deux possibilités, présentant une option pour chacune. L'option A correspond à une version améliorée de l'indice des prix à la production de services, utilisant la méthodologie actuelle (qui se base sur des indices de valeur unitaire), avec une pondération par les revenus. L'option B correspond à un indice de valeur unitaire calculé à partir de la consommation de données. Si l'on suppose une parfaite substituabilité, cette approche par la consommation de données dépend fondamentalement de la pondération par les volumes et, en théorie, reflète des variations basées uniquement sur les coûts. Compte tenu des réserves exprimées plus haut sur cette hypothèse, l'option B devrait s'interpréter comme une estimation, avec un biais à la baisse, de la variation de prix maintenant l'utilité du consommateur constante.

Nos deux options peuvent respectivement être vues comme la borne supérieure et la borne inférieure d'un indice idéal à utilité constante, autrement dit un indice superlatif assorti d'un ajustement hédonique. Avant d'explorer ces nouvelles méthodes, nous examinons dans un premier temps la méthode actuellement utilisée au Royaume-Uni pour construire le déflateur de la production du secteur des services de télécommunications.

1.5. Méthode actuelle

Au Royaume-Uni, l'ONS déflate la production du secteur des services de télécommunications au niveau national agrégé¹⁷ au moyen d'un indice (au niveau du produit) comprenant deux composantes : premièrement, l'indice du prix à la consommation (ci-après IPC) couvrant les services et équipements de télécommunications et, deuxièmement, l'indice du prix à la production de services (ci-après IPPS) couvrant les services de télécommunications. En termes de poids, l'IPC représente environ les deux tiers du déflateur actuel, et l'IPPS le tiers restant.

Entre 2010 et 2017, le déflateur global au niveau du produit a augmenté d'environ 3 % dans le secteur des services de télécommunications (figure I) malgré les avancées technologiques considérables réalisées durant cette période (comme le passage de la 3G à la 4G).

La tendance du déflateur global peut s'expliquer par la tendance de ses deux composantes (figure II). Bien que l'IPPS affiche une tendance globalement baissière, l'IPC a quant à lui reculé jusqu'en 2008 mais augmenté par la suite. Dans la mesure où l'IPC a un poids plus important dans le déflateur de la production, le déflateur composite (figure I) est d'abord relativement stable, puis en hausse après 2015.

Bien que cette méthode soit conforme aux normes internationales, elle découle de choix pragmatiques nécessaires à la construction d'un déflateur approprié pour la vente de services de télécommunications aux entreprises et aux consommateurs du Royaume-Uni. Ces choix sont les suivants :

1) Les parts de l'IPC (reflétant les ventes des entreprises aux consommateurs) et de l'IPPS (reflétant les ventes des entreprises à d'autres entreprises) illustrent les tendances de consommation globales au sein de l'économie britannique. Toutefois, elles peuvent ne pas être une illustration appropriée au niveau du produit. Par exemple, les parts de la consommation par les entreprises et par les consommateurs peuvent être différentes selon différents types d'appels, services de messagerie et taux de consommation de données.

2) L'inclusion de l'IPC est nécessaire car, en termes conceptuels, l'IPPS ne saisit que les transactions d'entreprise à entreprise et exclut donc les ventes aux consommateurs. Toutefois, la production devrait être déflatée en termes de prix de base et, bien que l'IPC reflète les transactions d'entreprise à consommateur, il le fait du point de vue des prix d'achat¹⁸ (et non pas des prix de base¹⁹). Cela ne correspond pas exactement au prix qui nous intéresse, à savoir le prix de base de la production de services de télécommunications avant logistique, distribution et marges.

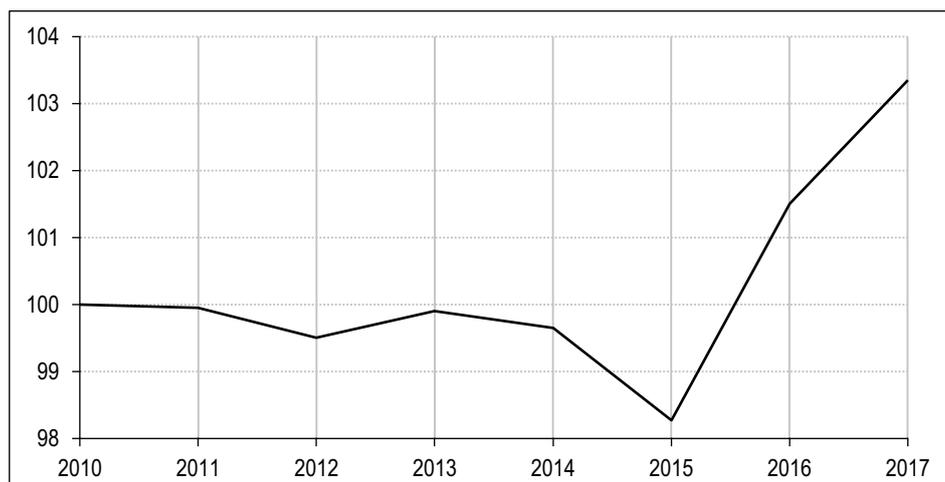
3) L'IPC au niveau du produit est un indice de type Laspeyres saisissant à la fois les services

17. Les importations et les exportations sont traitées séparément.

18. C'est-à-dire après impôts non déductibles, subventions, marges de gros et de détail et frais d'assurance et de transport facturés séparément.

19. Que l'on appelle également « prix de sortie d'usine ». Il s'agit du prix avant impôts, subventions, marges et frais de transport.

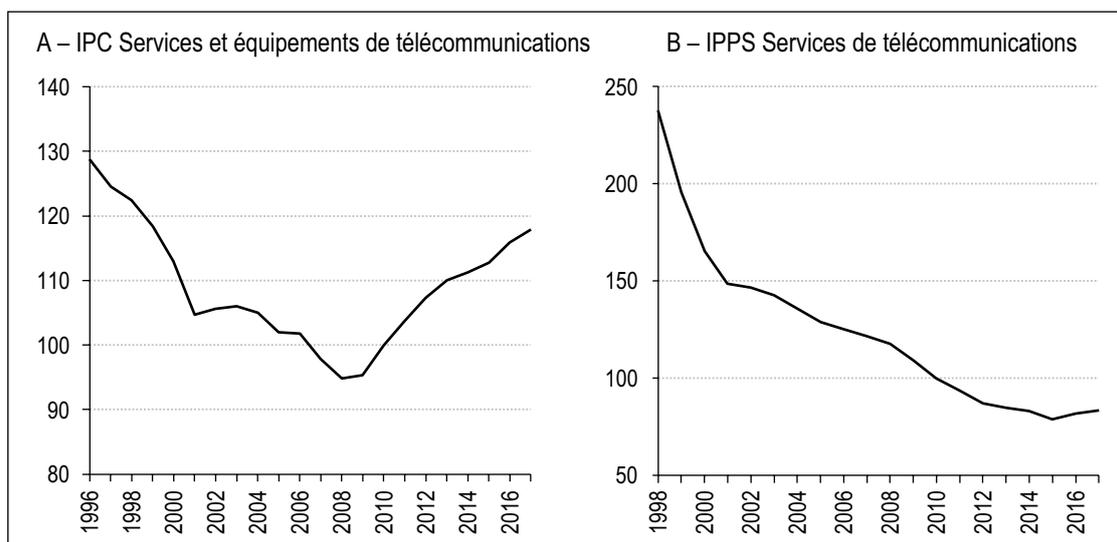
Figure I – Déflateur du secteur des télécommunications au Royaume-Uni



Note : 2010=100. Déflateur actuel au niveau du produit pour les services de télécommunications (nomenclature CPA 61) au Royaume-Uni.

Source : ONS.

Figure II – Composantes du déflateur du PIB (production) au Royaume-Uni



Note : 2010=100. IPC Services et équipements de télécommunications : poids au sein du déflateur de 66 %. IPPS Services de télécommunications : poids au sein du déflateur de 34 %.

Source : ONS.

de télécommunications et les biens d'équipements, même si le groupe de produits à déflater ne comprend que des services. L'IPC et le groupe de produits déflaté sont également classifiés selon des systèmes différents qui ne correspondent pas vraiment les uns aux autres²⁰. Ce compromis pragmatique peut engendrer des biais.

4) Bien qu'un grand nombre des IPC au niveau de l'article²¹ soient construits selon l'approche traditionnelle du panier de biens, il faut souligner une exception notable : l'indice au niveau de l'article pour les frais de téléphone mobile, qui

inclut les paiements à l'usage et les contrats. En raison de la structure tarifaire complexe et de la gamme des tarifs en vigueur sur le marché, il est difficile de construire un panier de tarifs représentatif. Au lieu de cela, l'indice de cet article est construit selon l'approche par le « panier de

20. L'IPC se fonde sur la classification des fonctions de consommation des ménages (nomenclature COICOP), tandis que la classification par produit des comptes nationaux se fonde sur la classification des produits associée aux activités (nomenclature CPA). L'IPPS se fonde sur la nomenclature CPA.

21. Les indices au niveau de l'article se situent en-dessous des indices au niveau du produit. Par exemple, l'indice au niveau de l'article Smartphones fait partie de l'indice au niveau du produit « Services et équipements de télécommunications ».

consommateurs » recommandée par Eurostat²². L'ONS obtient des profils de consommation représentatifs auprès du régulateur du secteur des télécommunications (Office of Communications, ou Ofcom). Pour chaque profil, l'ONS identifie le tarif le moins cher proposé par les principaux fournisseurs de services. Ces prix sont ensuite pondérés en fonction des parts des dépenses, qui sont également communiquées par Ofcom²³. Cette approche a ses inconvénients, notamment lorsque les variations de qualité de contrats plus chers doivent être prises en compte. Le tarif le moins cher est souvent basé sur une technologie ancienne, en attendant que le prix d'une nouvelle technologie diminue et que l'ancienne technologie soit éliminée. Dans ce cas, les variations importantes des tarifs basés sur de nouvelles technologies ne sont pas prises en compte, même si la plupart des consommateurs utilisent déjà ces nouvelles technologies²⁴. D'autres aspects de qualité, tels que la couverture du réseau, sont également omis car, dépendant du réseau et de la région géographique, ils ne peuvent pas être déterminés pour chaque tarif. En conséquence, les variations réelles de la qualité peuvent ne pas être intégrées à l'indice de prix, même si l'on utilise des méthodes hédoniques.

5) À l'exception des smartphones, aucun des indices au niveau de l'article « Services et équipements de télécommunications » de l'IPC ne fait l'objet d'un ajustement hédonique pour contrôler les effets des variations de qualité pendant la durée de vie de douze mois du panier de biens, avant que de nouveaux produits ne soient choisis. C'est un inconvénient majeur dans un secteur en évolution rapide où la conception des contrats peut changer rapidement et de façon significative.

6) Il existe des différences entre les méthodes utilisées par l'ONS pour construire l'IPC et l'IPPS au niveau du produit, ainsi qu'entre celles utilisées pour construire les indices au niveau de l'article au sein de l'IPC. Tandis que l'IPC Services et équipements de télécommunications est construit en tant qu'indice de prix, l'IPPS Services de télécommunications est quant à lui un indice de valeur unitaire. L'ONS obtient des jeux de données administratives auprès d'Ofcom, concernant notamment les volumes et les revenus des appels (par type) et des messages texte. Une valeur unitaire (ou un prix moyen) est ensuite calculée pour chaque article et agrégée au niveau supérieur en fonction du poids des revenus. Les données relatives aux télécommunications fixes ne couvrent que la téléphonie des entreprises, mais les données

des télécommunications mobiles couvrent tout le marché. Dans la mesure où, actuellement, l'IPPS ne cherche à couvrir que les transactions d'entreprise à entreprise, une hypothèse est formulée sur la part des entreprises dans les revenus totaux de la téléphonie mobile.

7) L'IPPS n'a pas été entièrement mis à jour pour refléter l'évolution du secteur. Notamment, il ne couvre pas les données relatives aux activités mobiles et au haut débit.

2. Déflateurs alternatifs

Au-delà des deux options que nous proposons, l'ONS s'est engagé à réexaminer le déflateur actuel et à le mettre à jour, en raison non seulement des travaux mentionnés ici et de la stratégie d'économie numérique, mais aussi des changements nécessaires dans le cadre de la mise en œuvre du règlement-cadre relatif à l'intégration des statistiques d'entreprises (FRIBS) de l'Union européenne. En vertu de ce règlement, il faudra élargir le champ d'application de l'IPPS afin de couvrir non seulement les transactions d'entreprise à entreprise mais toutes les transactions des entreprises auprès de toutes les catégories de clients (« B2All »). Cela suggère que l'ONS, en plus des deux options présentées ci-dessous, dispose d'une alternative *de minimis* consistant à adopter exclusivement un IPPS couvrant les transactions B2All et à écarter la composante IPC du déflateur de la production. Cela résoudrait les problèmes soulevés aux points 1 à 6, mais pas au point 7, ce qui n'est pas satisfaisant.

2.1. Option A : un IPPS amélioré

L'IPPS actuel traite les services de voix et de texte séparément, et exclut les services de données. L'ajout des données au panier semble être une solution immédiate pour améliorer ce déflateur et résoudre le point 7. En conséquence, avec cette option, le haut débit et les données mobiles sont ajoutés à la voix et au texte dans l'IPPS actuel. Pour refléter l'écart potentiellement important entre les valeurs de

22. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/272892/7048317/HICP+recommendation+on+telecoms+-+June+2015>.

23. Pour des informations détaillées, voir le guide technique sur l'IPC (pages 58 à 60) : <https://www.ons.gov.uk/ons/guide-method/user-guidance/prices/cpi-and-rpi/cpi-technical-manual/consumer-price-indices-technical-manual--2014.pdf>.

24. À noter que, même lorsqu'un panier de tarifs représentatif peut être construit, tout ajustement hédonique serait néanmoins problématique. Par exemple, la vitesse annoncée d'un tarif donné (qui est souvent utilisée dans l'ajustement hédonique) peut rester constante même si la vitesse réelle augmente (voire diminue, par exemple en cas de hausse du ratio de contention).

consommation, nous construisons des indices de valeur unitaire plus fins et nous les agrégeons en fonction des poids des revenus. Cela se fonde largement sur l'IPPS actuel, mais avec des différences importantes : l'indice inclut les données mobiles et celles du haut débit, intègre les transaction B2All et est chaîné annuellement. Si l'on ôte la composante IPC du déflateur et si l'on utilise l'IPPS amélioré, on obtient un indice selon lequel les prix des services de télécommunications ont diminué d'environ 37 % entre 2010 et 2017 (figure III).

Cette méthode présente des avantages importants : elle permet une comparaison immédiate avec d'autres déflateurs tout en étant une amélioration prudente du cadre méthodologique existant. En construisant des indices plus fins au niveau de l'article et en les agrégeant, on maintient la possibilité que les différents services de télécommunications restent des produits hétérogènes plutôt que de devenir des substituts parfaits. Toutefois, le principal inconvénient de ce déflateur est qu'il ne reflète pas la forte amélioration des techniques et de la qualité enregistrée dans le secteur en termes d'ingénierie. En effet, le déflateur utilise le poids des revenus, de sorte que les services de données ont un impact limité sur la variation de l'indice global. Cela contraste avec le point de vue de l'ingénierie, qui considère que les services de données tirent le progrès technologique au sein du secteur.

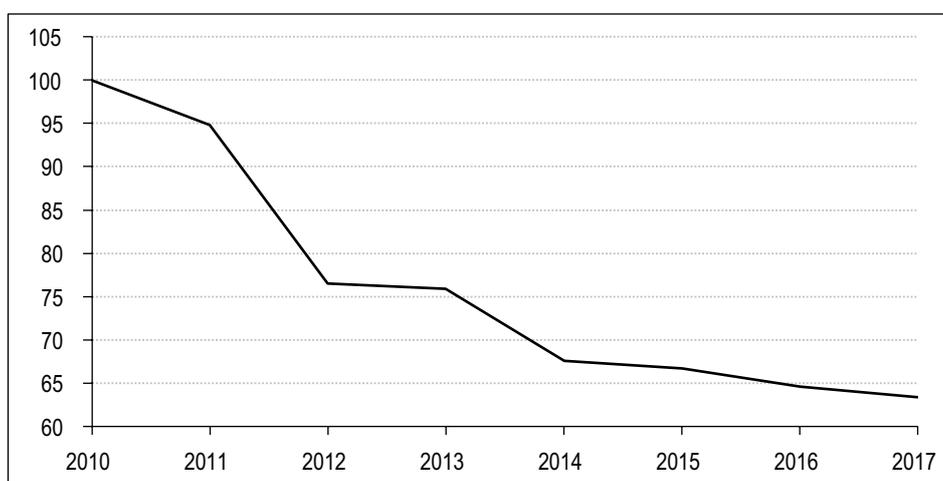
La ventilation de ce déflateur en plusieurs indices au niveau de l'article fait apparaître de gros écarts entre les variations des prix des éléments de données et des éléments de voix

et de texte, pour les services fixes comme pour les services mobiles (figure IV). Les articles de données affichent donc des baisses de prix significatives mais un poids inférieur et, par conséquent, n'ont qu'un impact limité sur cet indice IPPS global.

Un problème spécifique découle du traitement des frais d'accès par ligne fixe. Bien que les revenus tirés des services de voix, de texte et de données puissent se diviser par volume de minutes, de texte et de bits, le dénominateur utilisé pour calculer la valeur unitaire des frais d'accès est le nombre d'abonnés, car c'est ce qui se rapproche le plus d'une mesure de la quantité pour les frais d'accès. En conséquence, les indices établis pour les frais d'accès au niveau de l'article, s'ils traduisent une hausse des prix, ont des tendances différentes selon que les abonnés sont des particuliers ou des entreprises. Pour les particuliers, les revenus tirés de la location de lignes ont augmenté beaucoup plus rapidement que le nombre d'abonnés. Pour les entreprises, le nombre d'abonnés a fortement diminué mais la baisse correspondante des revenus tirés des frais d'accès est moins prononcée.

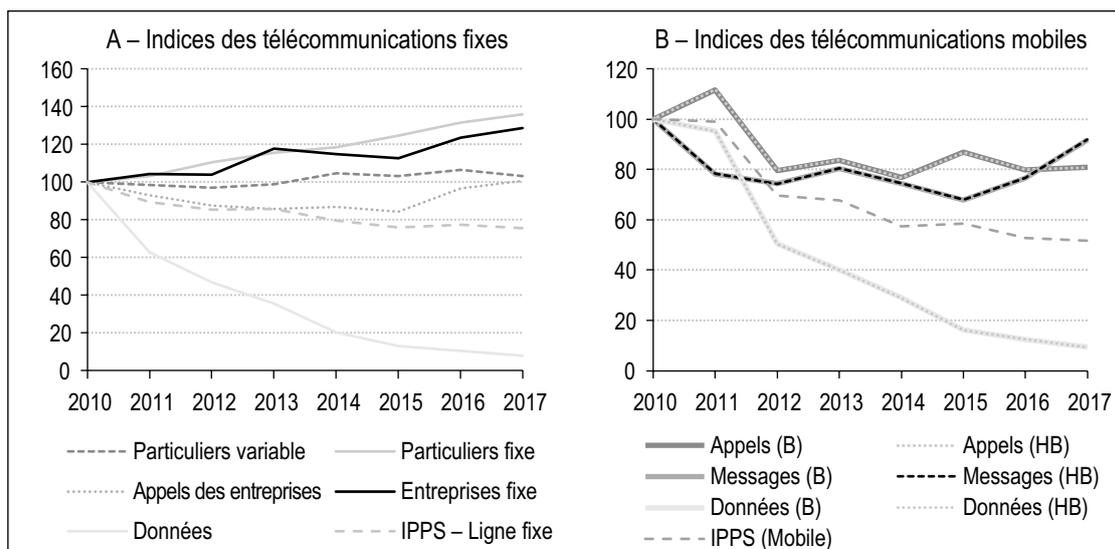
Bien que les frais d'accès et le traitement des bouquets demandent une plus grande attention (voir l'Annexe en ligne C2 pour des informations techniques – le lien vers les Annexes en ligne est à la fin de l'article), l'une des caractéristiques générales de l'option A est que, contrairement à l'option B ci-dessous, elle attribue un poids moins important aux contributions du haut débit et des données mobiles. Cela s'explique par l'impact, *via* la pondération par les revenus,

Figure III – Déflateur de l'IPPS amélioré



Note : 2010=100.
Source : calcul des auteurs.

Figure IV – Décomposition du déflateur de l'IPPS amélioré



Note : dans la figure B, « HB » désigne les frais hors bouquet et « B » désigne les frais des services inclus dans le bouquet. Les deux indices sont les mêmes car nous supposons que les frais hors bouquet sont les mêmes que ceux des services inclus dans le bouquet.

Source : calculs des auteurs.

d'écarts de prix significatifs entre les différents services : les frais d'accès, les frais des services de voix et les frais des services de texte représentent actuellement une part plus importante des revenus des télécommunications que le haut débit et les données mobiles. Une hausse brute de la consommation de données a donc un impact limité sur le déflateur de l'option A, tandis que le passage de services de voix et de texte à des alternatives fondées sur les données, comme *Skype* et *WhatsApp*, se traduit par une hausse des prix.

2.2. Option B : approche par la consommation de données

Une approche alternative consiste à incorporer le point de vue de l'ingénierie considérant que le principal service produit par le secteur est la transmission de données, et, à cette fin, à convertir les différents services en unités de données (bits ou octets²⁵) utilisées pour fournir

le service. Du point de vue des réseaux, il y a peu de différence entre un appel vocal et un appel passé par *Skype* ou *WhatsApp* par exemple, au-delà des différences entre les bits consommés par seconde. Nous avons demandé à des experts du secteur d'identifier les facteurs utilisés pour convertir les services de voix et de texte en services de données génériques, selon plusieurs hypothèses simplificatrices²⁶ (tableau) :

- pour le texte, nous ignorons les messages les plus courts et les plus longs, ainsi que les émoticônes. Nous supposons que tous les messages texte comportent 140 caractères même si de nombreux systèmes de texte modernes permettent d'écrire des messages plus longs ;
- un appel vocal traditionnel peut diminuer le débit de données jusqu'à un « niveau d'attente »

25. Un octet est égal à huit bits.

26. Les différences dues à ces simplifications sont peu importantes par rapport à l'ampleur des données concernées.

Tableau – Conversion des données

Type de service	Taux de consommation d'octets / kilo-octet	Autres facteurs	Volume total d'octets / kilo-octet requis
Voix	32 kilo-bits par seconde dans chaque direction	×2 pour un appel bidirectionnel /8 pour convertir les kilo-bits en kilo-octets ×60 pour convertir les secondes en minutes	480 kilo-octets par minute
Texte	1 octet par caractère	×140 pour un maximum de 140 caractères par message texte	140 octets par message texte

Note : hypothèses des auteurs.

si les deux interlocuteurs gardent le silence, et de nombreux systèmes exploitent le fait que les deux interlocuteurs tendent à ne pas parler en même temps. Nous n'apportons pas de correction en la matière ;

- des arguments similaires s'appliquent à la compression des photos et des vidéos, qui dépend des caractéristiques de la photo ou de la vidéo concernée et est susceptible d'évoluer au fil du temps à mesure des avancées techniques.

Pour la plupart des services, le nombre total de bits transmis durant la période d'utilisation du service est la caractéristique principale même si d'autres caractéristiques ont également leur importance. Par exemple, la latence (délai de transmission total d'un bout à l'autre) est pertinente dans les appels vocaux et certains autres services, ainsi que la couverture (si le consommateur est à portée d'un point de transmission ou non). Toutefois, dans la plupart des cas, ces caractéristiques sont de faible importance par rapport au coût de base par bit transmis, ce que l'on constate, par exemple, dans l'utilisation fréquente de systèmes satellite où la latence est pourtant extrêmement longue. Pour cette raison, nous ne tenons pas compte de ces autres caractéristiques, mais seulement du coût par bit transmis. D'autres facteurs de coûts traditionnels, comme le rayon de transport, ont beaucoup moins d'importance dans les communications numériques modernes²⁷.

Avec cette conversion des services de voix, de texte et de données en une seule mesure de volume commune (petaoctet de données) on

met en évidence que le haut débit et les données mobiles représentent la plus grande partie des volumes. On voit également que la production, mesurée par données transmises, a augmenté de 2 300 % entre 2010 et 2017, principalement en raison de l'augmentation des volumes du haut débit et des données mobiles. Le volume des appels vocaux et des messages texte diminue depuis 2010. Cela découle peut-être d'une diminution de la demande, mais plus probablement du passage de la téléphonie traditionnelle aux applications reposant sur les données.

En 2017, le haut débit et les données mobiles représentent environ 99,8 % du volume total, ce qui contraste fortement avec une approche fondée sur la pondération par les revenus, en vertu de laquelle le haut débit et les données mobiles ne représentent qu'environ 40 % du volume total. Contrairement aux volumes qui ont augmenté de façon exponentielle, le revenu total du secteur a diminué d'environ 6 % entre 2010 et 2017 (figure V). Cela s'explique principalement par une baisse de 47 % des revenus des activités de gros. Les revenus des activités de détail ont quant à eux augmenté d'environ 9 % durant la même période²⁸.

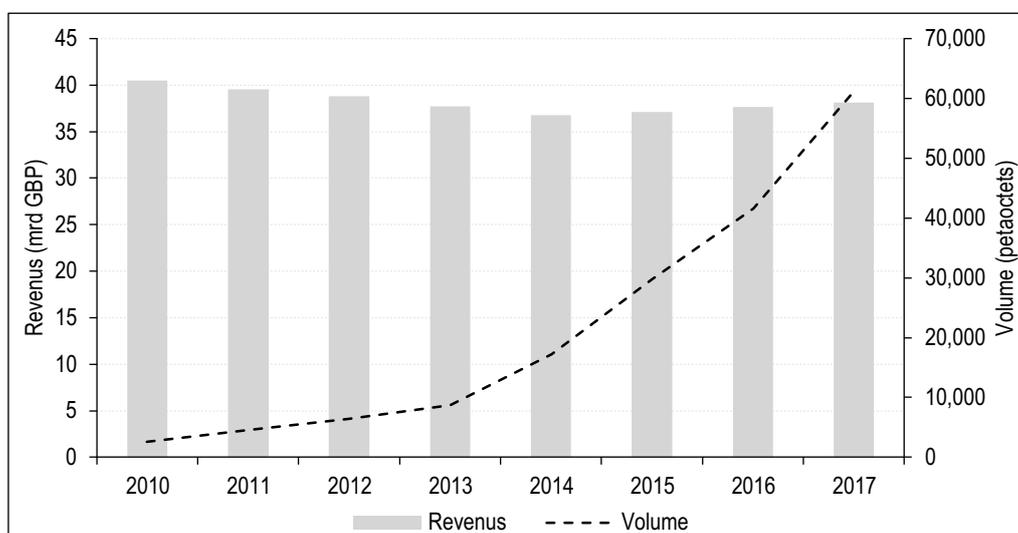
L'option B utilise une valeur unitaire agrégée, qui divise le revenu total²⁹ du secteur par le

27. Cela a toujours été le cas dans une certaine mesure, mais masqué par les prix relatifs des appels téléphoniques internationaux, par exemple.

28. Voir l'annexe A1 pour des informations détaillées.

29. Les chiffres du revenu total excluent les revenus qui ne sont pas tirés de la communication, comme par exemple les bouquets de télévision.

Figure V – Revenus et volumes du secteur des services de télécommunications



Source : Ofcom et calcul des auteurs.

volume de données total³⁰. Cet indice de valeur unitaire représente le prix moyen par bit transporté. Entre 2010 et 2017, cette mesure suggère que les prix des services de télécommunications ont diminué d'environ 96 % (figure VI). La hausse des volumes de données, dans un contexte de relative stabilité des revenus, est considérée comme une hausse des volumes et une baisse des prix. La substitution de services moins chers tels que *Skype* et *WhatsApp* aux appels vocaux et messages texte plus chers est elle aussi considérée comme une hausse des volumes et une baisse des prix.

L'option B présente un double avantage : d'une part, elle reflète mieux les avancées techniques significatives et la forte amélioration de la qualité observées dans le secteur, d'autre part, elle saisit différents aspects de la qualité dans une mesure des plus simples, sans nécessiter de redressement supplémentaire. L'extension de la couverture, par exemple, permet à un plus grand nombre de personnes d'accéder aux services de télécommunications, ce qui fait augmenter le trafic de données. De même, toute accélération de la vitesse de connexion fait augmenter les volumes, car les utilisateurs peuvent consommer davantage de données dans une période spécifique. Remarquons enfin qu'un déflateur fondé sur la consommation de données est susceptible de mieux refléter l'évolution future des technologies. En effet, tant que le service est défini comme étant le transport de données, toute nouvelle technologie ou tout nouveau service fera augmenter les volumes de données. L'impact que ce nouveau service aura sur les

prix est alors calculé en fonction de son impact sur le revenu total par rapport à son impact sur le volume total.

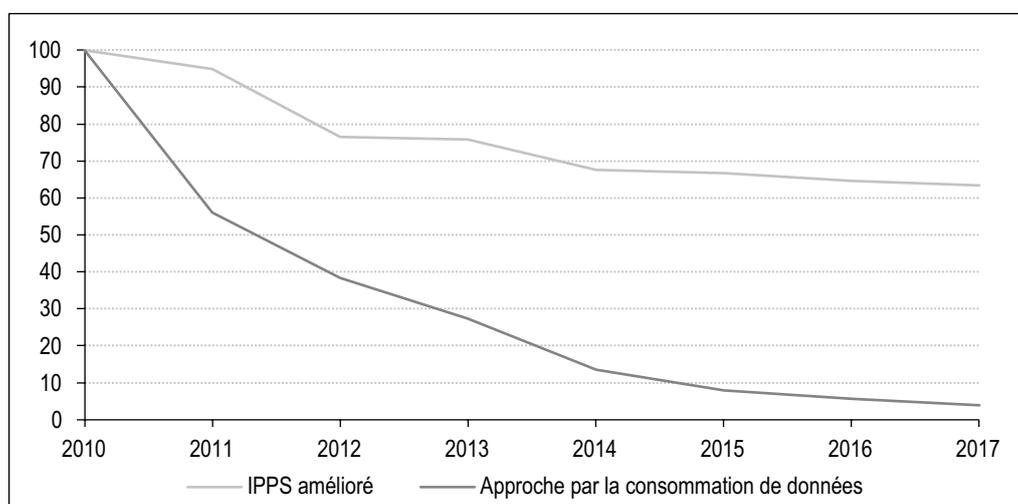
En revanche, le principal inconvénient de cette option est qu'elle ne tient pas compte des écarts entre les prix actuellement payés pour différents services de communication. C'est d'une importance cruciale, car les consommateurs semblent attribuer différentes valeurs aux différents services, ce que les écarts de prix reflètent. Toutefois, on peut se demander si les prix reflètent véritablement l'utilité du consommateur pour différents services de télécommunications. Notre analyse initiale indique que les appels téléphoniques coûtent plusieurs fois l'unité de données du service de données équivalent, par exemple si l'on examine les frais hors bouquet. Si les consommateurs peuvent préférer les appels et les services de texte traditionnels, il semble néanmoins peu probable que cette préférence suffise à elle seule à expliquer l'ampleur des écarts de prix observée.

3. Discussion

Nos résultats montrent une différence significative entre l'option A (IPPS amélioré) et l'option B (approche par la consommation de données), mais ces deux approches révèlent néanmoins une forte baisse des prix par rapport

30. Voir l'Annexe en ligne C1 pour des informations détaillées. Le volume total exclut les volumes des activités de gros et ceux des entreprises, ce qui n'affecte pas les principaux résultats (voir l'annexe A2 pour plus de détails).

Figure VI – Comparaison des déflateurs de l'IPPS amélioré (option A) et de la consommation de données (option B)



Note : 2010=100.

Source : calcul des auteurs.

à la méthodologie actuelle. Bien que la méthode de calcul soit meilleure pour les deux déflateurs, leurs impacts respectifs sur la croissance réelle de la production dans le secteur serait d'une ampleur largement différente. La question est de savoir s'il est possible de réduire cette large fourchette, afin de produire une méthode pouvant être utilisée en toute confiance dans les comptes nationaux.

Dans cette perspective, deux prolongements peuvent s'envisager : premièrement, un ajustement qualité dans l'IPPS, en fonction de certaines des caractéristiques des télécommunications non prises en compte actuellement, comme la couverture et la latence ; deuxièmement, une étude pour déterminer si l'approche par la consommation de données peut être améliorée en tenant compte de l'élément « infrastructure fixe » à la fois dans la prestation et dans la tarification, qui a augmenté ces dernières années. L'indice présenté ici attribue tous les coûts aux données transmises. Ces améliorations pourraient permettre de réduire l'écart entre les deux approches, mais il faudrait peut-être commencer par une question plus basique : pourquoi les deux approches produisent-elles des résultats si différents ?

Le marché des services de communication traverse une période d'innovation rapide qui engendre des changements tant dans les prix que dans le comportement des consommateurs (notamment une forte croissance de la consommation de données), grâce à des avancées remarquables en termes d'ingénierie. L'utilisation d'une mesure de la valeur unitaire agrégée comme l'approche par la consommation de données, bien qu'elle ne soit pas un véritable indice de prix en l'absence de l'hypothèse d'homogénéité, est probablement plus proche de l'image que de nombreuses personnes se font intuitivement de l'impact des services de communication sur leur bien-être économique que ne l'est un indice de Laspeyres. Toutefois, dans la mesure où ces avancées ne sont pas reflétées dans la diminution des écarts de prix, nous devons nous demander si ces écarts ont d'autres causes dont il faut tenir compte.

3.1. Expliquer les écarts de prix

Dans la pratique, en cas d'arrivée de nouveaux biens ou d'amélioration de biens existants, le marché traverse une période durant laquelle les consommateurs remplacent progressivement les anciens biens par les nouveaux. La diffusion de logiciels numériques est habituellement rapide,

avec des cycles de remplacement relativement courts, mais le rythme auquel les habitudes et les connaissances des consommateurs changent en conséquence peut être plus lent. Le rapport de la commission Boskin note que, dans un cycle de produit type, une nouvelle version arrive sur le marché à un prix supérieur à celui des précédentes versions. Or les nouvelles versions gagnent en part de marché, et le rapport en conclue « que le degré auquel la qualité du nouveau modèle dépasse celle de l'ancien modèle est supérieur à l'écart de prix entre les deux ». Cela n'est pas le cas dans l'ensemble du secteur de la communication, où nous observons un mélange entre :

- qualité et prix supérieurs de certains services (comme la 4G par rapport à la 3G pour les appels mobiles et les données) ;
- substitution de nouveaux services moins chers à des services existants (par exemple voix sur IP contre téléphonie fixe ou mobile, ou applications Internet riche comme *WhatsApp* contre messages SMS) ;
- regroupement de différents services et « convergence » de services, créant des difficultés pour les consommateurs (et les statisticiens) pour comparer les prix et la qualité.

En conséquence, l'écart de prix pourrait s'expliquer par la différenciation des produits sur un marché où la concurrence n'est pas parfaite. En outre, certains services pourraient profiter de l'effet de réseau non pris en compte dans les prix du marché. Parmi les potentielles caractéristiques non observées, citons notamment la mesure dans laquelle les appels vocaux et les applications de messages texte servent de plateforme, profitant ainsi d'un effet de réseau important. Bien que des applications ou des logiciels spéciaux soient nécessaires pour faire un appel téléphonique en passant par un service de données, les plateformes du réseau permettent au consommateur de communiquer avec un plus grand nombre de personnes en même temps. Une fois que les plateformes alternatives ont atteint un taux de pénétration important sur le marché, elles deviennent des alternatives viables avec leur propre effet de réseau. Cela est le cas pour *WhatsApp*, par exemple, qui a dépassé le milliard d'utilisateurs en 2016³¹. Cependant, pour que ces plateformes moins chères et plus pratiques parviennent à ce stade, les consommateurs doivent d'abord connaître leur existence.

31. <http://www.bbc.co.uk/news/technology-35459812> [données obtenues le 21 juillet 2017].

Nous pourrions donc être en période de déséquilibre car les consommateurs ont besoin de plus de temps pour apprendre à connaître ces plateformes alternatives.

En outre, les plateformes traditionnelles peuvent être regroupées avec les équipements. Par exemple, tous les smartphones sont vendus en bouquet avec une application de téléphone et de messages texte, qui utilise les services plus chers du fournisseur de télécommunications. Les tarifs sont eux aussi regroupés, incluant habituellement un forfait de minutes, de messages texte et de données. Puisque les consommateurs ne peuvent pas refuser les éléments « voix » et « texte », ils pourraient continuer d'utiliser ces services traditionnels. Les consommateurs peuvent également avoir du mal à comparer les prix entre des bouquets structurés de différentes façons. Il existe très probablement des asymétries significatives en termes d'information.

L'approche par la consommation de données constitue indéniablement une estimation basse. Cela est particulièrement vrai si les consommateurs remplacent les services traditionnels de voix et de texte par des services fondés sur les données, s'ils cherchent à faire des économies et adoptent des solutions alternatives moins chères et (par association) de moindre qualité. Toutefois, ces plateformes alternatives peuvent être supérieures car elles offrent aux utilisateurs des capacités supplémentaires en termes d'information et de fonctionnalité. *WhatsApp* (et d'autres applications de messagerie), par exemple, informe l'expéditeur lorsque son message a été lu et permet à un utilisateur d'indiquer aux autres utilisateurs s'il est disponible pour être contacté. De même, si les consommateurs accordaient moins de valeur à la consommation générale de données, comme le *streaming* de vidéos ou la navigation en ligne, ces éléments devraient également avoir un poids inférieur dans le déflateur. Cependant, il n'est pas certain que les consommateurs accordent effectivement moins de valeur aux services de données. Après tout, la consommation de données, en parallèle avec l'utilisation de solutions fondées sur les données au lieu des appels téléphoniques et des messages texte, a augmenté de manière significative.

3.2. Convergence

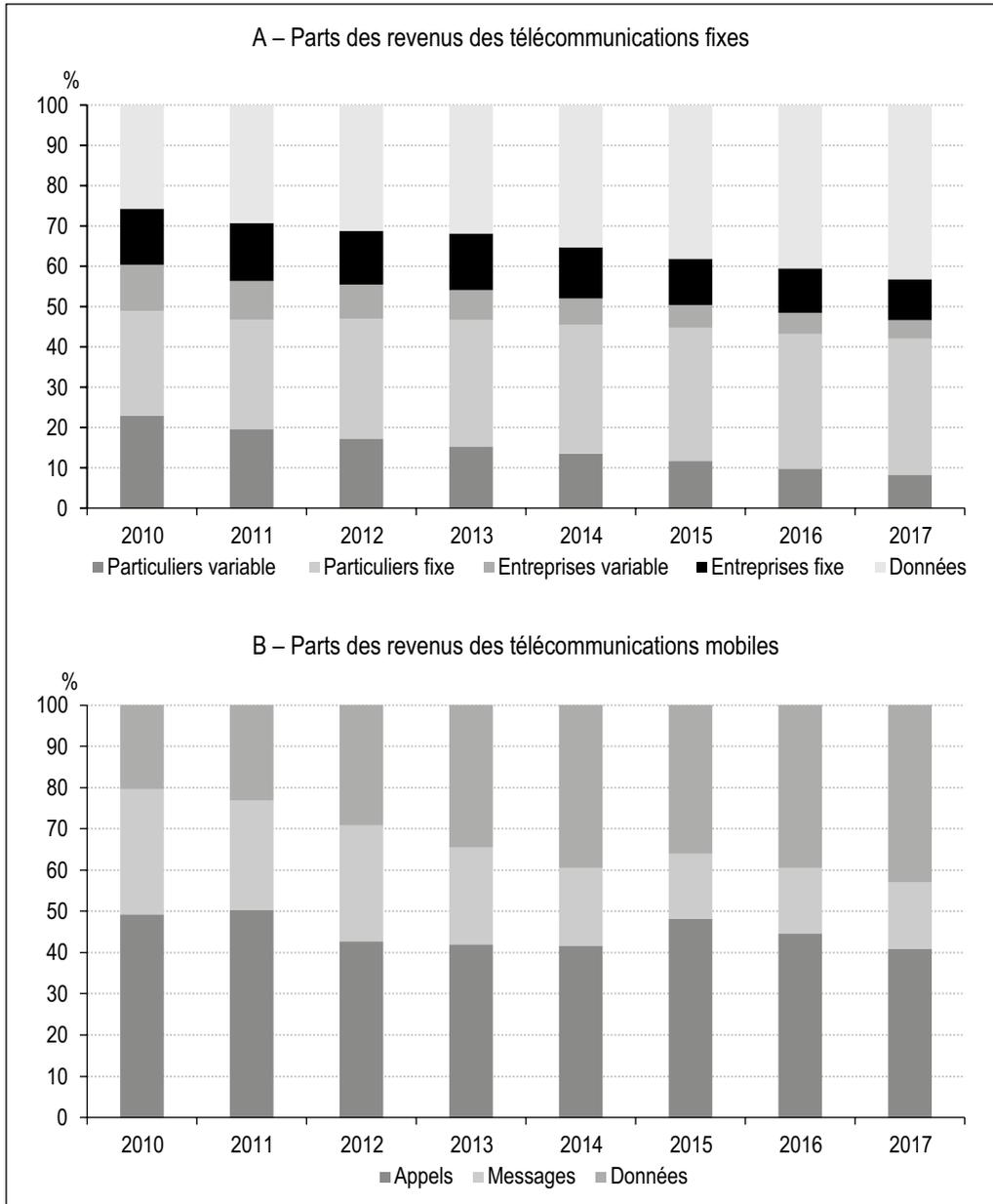
Malgré ces réserves, l'hypothèse d'un degré de substitution élevé et croissant entre les différentes formes de services de télécommunications

(à mesure que les utilisateurs changent de comportement) paraît plus raisonnable que celle d'une substitution nulle (seule alternative puisque nous ne connaissons pas à la fois les prix et les quantités). Dans ce contexte, la question est alors de déterminer le degré d'homogénéité des services de voix, de texte et de données. Les écarts de prix entre ces différents services suggèrent des différences importantes en termes de valeur pour le consommateur. Cependant, du point de vue du réseau, les différents services sont globalement semblables car ils reposent tous sur le transport de données et utilisent les mêmes réseaux et canaux de transmission. Cela dit, il est indéniable que, d'une part, il s'agit d'une phase de transition tant pour les technologies que pour le comportement des consommateurs et que, d'autre part, la téléphonie par voix pourrait présenter des caractéristiques hétérogènes que les consommateurs voudront toujours acheter, comme la fiabilité ou la couverture.

Bien que l'IPPS amélioré et l'approche par la consommation de données semblent fortement différents pour le moment, ils pourraient converger à l'avenir. La part de la consommation de données dans le revenu total a augmenté entre 2010 et 2017, pour les télécommunications fixes comme mobiles (figure VII). Par exemple, nous estimons que les données du haut débit représentaient 43 % du revenu total des télécommunications fixes en 2017, contre environ 26 % seulement en 2010. La tendance est la même pour les données mobiles, qui représentaient 43 % du revenu total des télécommunications mobiles en 2017, contre environ 20 % seulement en 2010. En revanche, pour les télécommunications fixes comme mobiles, la part des appels vocaux et des messages texte a diminué. Si cette tendance se poursuit, les poids des revenus et des volumes dans les différents services pourraient converger. Dans ce cas, l'IPPS amélioré (pondéré par les revenus) et l'indice calculé avec l'approche par la consommation de données (pondérée par les volumes) convergeraient également.

À première vue, cela pourrait conduire à préférer l'option A à l'option B. Dans la mesure où l'IPPS amélioré est chaîné, il pourrait finir par être équivalent à l'indice calculé avec l'approche par la consommation de données. Des travaux supplémentaires seraient toutefois nécessaires afin de déterminer la méthode de chaînage lorsque des produits existants convergent et deviennent un même nouveau produit. Cependant, en attendant que les deux déflateurs convergent, il faudra continuer d'identifier celui qui représente la « vraie » valeur non biaisée du

Figure VII – Parts des revenus des télécommunications fixes et mobiles (poids établis pour les indices)



Source : calculs des auteurs.

déflateur et, en conséquence, les volumes réels du secteur.

L'existence de frais d'accès, qui sont désormais intégrés dans les prix des bouquets, constitue actuellement un obstacle à la convergence. Bien que la part des coûts des appels des entreprises et des particuliers ait diminué, passant d'environ 35 % du revenu total des télécommunications fixes en 2010 à 13 % en 2017, la part des frais d'accès qui leur sont facturés a quant à elle augmenté, passant d'environ 40 % à 44 % durant la même période (figure VII). Si cette tendance ne se retourne pas, les deux déflateurs (tels qu'ils

sont actuellement modélisés) continueront de diverger car, en dehors du nombre d'abonnés, il n'y a aucun moyen efficace de ventiler les frais d'accès. Dans ces conditions, une voie prudente d'amélioration pourrait consister à incorporer ces frais dans le modèle de la consommation de données.

* *
*

L'approche par l'utilité constante, sur laquelle se fonde la théorie des prix, ne concorde pas,

dans la pratique, avec l'utilisation d'indices de prix de produits spécifiques permettant à la comptabilité nationale de calculer la production réelle et la productivité. Au cours des premiers débats sur les prix hédoniques, Milton Gilbert faisait remarquer que, si les ajustements qualité reflétaient entièrement l'utilité, engendrant des indices de prix inférieurs, alors un bikini représenterait une production équivalente à celle d'une robe de bain volumineuse de l'époque victorienne. Et, « si cette tendance atteignait sa limite, à savoir plus aucune robe de bain, nous devrions dire que la production de maillots de bain n'a pas diminué même si cette industrie a fait faillite ». Zvi Griliches répondait à cela que le concept des biens n'a aucun sens en dehors du cadre de l'utilité, et que personne ne dirait que les citoyens de l'époque victorienne étaient plus riches parce qu'ils avaient des maillots de bain plus volumineux (cité dans Stapleford, 2009, p. 322). Les deux points de vue s'entendent, ce qui suggère que les choix de l'approche et de l'indice dépendent de la question posée : relève-t-elle de la production et de la productivité, ou du bien-être économique ?

Nous avons montré dans cet article qu'avec une amélioration sensible de la méthode actuelle de calcul d'un indice de prix des services de télécommunications, tenant compte des services de données haut débit, la tendance est bien plus baissière ces dernières années qu'avec l'indice traditionnel. Toutefois, un biais à la

hausse subsiste encore dans ce nouveau déflateur, qui ne tient pas suffisamment compte de l'augmentation de l'utilité du consommateur liée à l'arrivée de nouveaux biens. Une autre méthode, de valeur unitaire, adaptée à l'amélioration de l'ingénierie et à la baisse des prix de la transmission de données, permet quant à elle de construire un indice encore plus baissier. Elle sous-estime le « vrai » prix des services de communication concernés (car ni la valeur que le consommateur attribue aux caractéristiques du service ni certaines caractéristiques telles que la structure du marché et la différenciation des prix ne sont prises en compte), mais reste néanmoins utile à des fins d'information sur l'efficacité des services du côté de l'offre.

Les améliorations apportées à l'actuel indice des prix des services de télécommunications, qui tiennent compte des services de données haut débit dans les deux options analysées, suggèrent que la production réelle du secteur des services de télécommunications a été largement sous-estimée ces dernières années. Dans la mesure où il s'agit de facteurs intermédiaires à destination d'autres secteurs, cela aura des conséquences non seulement sur la ventilation sectorielle de la production, mais aussi peut-être sur le PIB réel. Nous nous sommes concentrés ici sur les services de télécommunications, mais des considérations semblables peuvent s'appliquer à d'autres secteurs de services connaissant des innovations numériques rapides. □

Lien vers les Annexes en ligne : https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/4770130/ES-517-518-519_Abdirahman-et-al_Annexes-en-ligne.pdf

BIBLIOGRAPHIE

- Adelman, I. & Griliches, Z. (1961).** On An Index of Quality Change. *Journal of the American Statistical Association*, 56(295), 535–548. <https://doi.org/10.1080/01621459.1961.10480643>
- Ahmad, N., Ribarsky, J. & Marshall, R. (2017).** Can potential mismeasurement of the digital economy explain the post-crisis slowdown in GDP and productivity growth? *OECD Statistics Working Papers*, 2017/09. <https://doi.org/10.1787/a8e751b7-en>
- Bean, C. (2016).** *Independent Review of UK Economic Statistics*. <https://www.gov.uk/government/publications/independent-review-of-uk-economic-statistics-final-report>
- Boskin Commission (1996).** *Final Report of the Commission to Study The Consumer Price Index*. Washington D.C: U.S. Government Printing Office. <https://www.finance.senate.gov/imo/media/doc/Prt104-72.pdf>
- Byrne, D. & Corrado, C. (2017).** ICT Prices and ICT Services: What do they tell us about Productivity and Technology? *Finance and Economics Discussion Series* 2017-015. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System. <https://doi.org/10.17016/FEDS.2017.015r1>

- Coyle, D. (2017).** Do-it-yourself digital: Searching for clues to solve the productivity puzzle. *Economic Statistics Centre of Excellence Discussion Paper*. Number 2017-1. <https://www.escoe.ac.uk/wp-content/uploads/2017/02/ESCoE-DP-2017-01.pdf>
- Diewert, W. (1998).** Index Number Issues in the Consumer Price Index. *Journal of Economic Perspectives*, 12(1), 47–58. <https://doi.org/10.1257/jep.12.1.47>
- Ellis, A., Suibhne, N., Saad, D. & Payne, D. (2016).** Communication Networks Beyond the Capacity Crunch. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 374: 20150191. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2015.0191>
- 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>
- Greenstein, S. & McDevitt, R. (2010).** Evidence of a Modest Price Decline in US Broadband Services. *NBER Working Papers* 16166, National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w16166>
- Griliches, Z. & Cockburn, I. (1993).** Generics and New Goods in Pharmaceutical Price Indexes. *NBER Working Papers* 4272, National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w4272>
- Griliches, Z. (1961).** Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change. *The Price Statistics of the Federal Government*, 173–196. National Bureau of Economic Research. <http://www.nber.org/chapters/c6492.pdf>
- Griliches, Z. (1994).** Productivity, R&D, and the Data Constraint. *American Economic Review*, 84(1), 1–23.
- Groshen, E., Moyer, B., Aizcorbe, R. & Friedman, D. (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>
- Heys, R. & Awano, G. (2016).** Measuring output in the Information Communication and Telecommunications industries, ONS. <https://www.ons.gov.uk/employmentandlabourmarket/peopleinwork/labourproductivity/articles/measuringoutputintheinformationcommunicationandtelecommunicationsindustries/2016>
- Hausman, J. (1996).** The Valuation of New Goods under Perfect and Imperfect Competition. In: eds Bresnahan, T., F. & Gordon, R., J., *The Economics of New Goods*, pp. 207–248. NBER. <http://www.nber.org/chapters/c6068.pdf>
- Hausman, J. (2003).** Sources of Bias and Solutions to Bias in the Consumer Price Index. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 23–44. <https://doi.org/10.1257/089533003321164930>
- Hicks, J. (1940).** The Valuation of Social Income, *Economica*, 7(26), 105–124. <https://doi.org/10.2307/2548691>
- Nordhaus, W. (1994).** Do Real Output and Real Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not. *Cowles Foundation Discussion Papers* 1078, Cowles Foundation for Research in Economics.
- Nordhaus, W. (2007).** Two Centuries of Productivity Growth in Computing. *The Journal of Economic History*, 67(1), 128–159. <https://doi.org/10.1017/S0022050707000058>
- Office for National Statistics (2018).** Division level labour productivity estimates: February 2018'. ONS, Available at <https://www.ons.gov.uk/employmentandlabourmarket/peopleinwork/labourproductivity/articles/divisionlevellabourproductivityestimates/january2018#the-effect-of-reallocation-on-output-per-hour-growth>
- Stapleford, T. (2009).** *The Cost of Living in America*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1086/ahr.117.2.565>
- Williams, B. (2008).** A Hedonic Model for Internet Access Service in the Consumer Price Index. *Monthly Labor Review*, 131(7), 33–48. <https://www.bls.gov/opub/mlr/2008/article/hedonic-model-for-internet-access-service-in-the-consumer-price-index.htm>
-

ANNEXE 1

VENTILATION DES REVENUS ET DES VOLUMES DANS LE SECTEUR DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Tableau A1-1 – Revenus selon services (en milliards de £)

Services ...	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
...de gros	10.1	8.9	7.8	7.0	6.0	5.9	5.4	5.4
...fixes de détail	12.6	12.4	12.4	12.6	13.0	13.5	14.3	14.7
...mobiles de détail	15.1	15.4	15.8	15.5	15.2	15.2	15.4	15.6
...de données entreprises	2.7	2.8	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5
Total	40.5	39.5	38.8	37.7	36.7	37.1	37.6	38.1

Note : les « services de données entreprises » comprennent l'hébergement Web, l'ethernet, les VPN pour adresse IP et les lignes numériques louées, ainsi que les services de voix sur IP, de relais de trame et de distributeurs automatiques auprès des entreprises. Les services mobiles de gros comprennent les services de voix, de messagerie et de données mobiles de gros, les revenus liés à la terminaison voix et SMS mobile et les revenus de gros liés au trafic d'itinérance entrant (c'est-à-dire les revenus tirés d'opérateurs étrangers lorsque leurs abonnés utilisent les réseaux du Royaume-Uni).

Source : rapports d'Ofcom sur le marché de la communication 2016, 2017 et 2018.

Tableau A1-2 – Volume selon services (en ptaoctets)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total Voix	122	116	113	109	105	104	104	97
Messages texte	0.018	0.021	0.021	0.018	0.015	0.014	0.013	0.011
Haut débit fixe	2 352	4 223	6 017	8 208	16 495	28 751	40 234	59 280
Données mobile	79	99	239	347	542	880	1 270	1 877
Total	2 553	4 438	6 369	8 664	17 142	29 735	41 607	61 254

Note : les valeurs du haut débit fixe et des données mobiles ont été extrapolées pour 2010.

Source : calcul des auteurs.

APPROCHE PAR LA CONSOMMATION DE DONNÉES EN UTILISANT UNIQUEMENT LES REVENUS DES ACTIVITÉS DE DÉTAIL

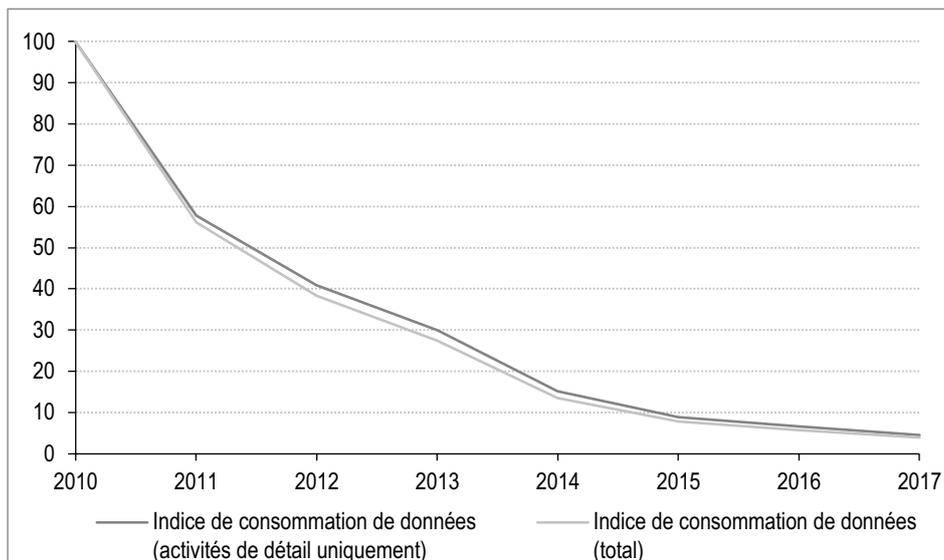
Une partie des volumes de données utilisés pour l'approche par la consommation de données se limite aux volumes de détail. Bien que nous saissions les revenus des activités de gros et des services de données entreprises, les volumes correspondants sont plus difficiles à identifier.

Les services de données entreprises, par exemple, sont souvent fournis par le biais de lignes numériques louées et les volumes d'utilisation sont rarement mesurés. De même, les volumes des activités de gros, c'est-à-dire les services que les fournisseurs de télécommunications achètent les uns aux autres, font souvent l'objet de facturations différentes de celles du marché de détail et les volumes ne sont pas toujours faciles à obtenir.

Toutefois, cette limitation n'a pas d'impact significatif sur nos résultats. Si l'on compare l'approche par la consommation de données

utilisée dans le présent article à un déflateur corrigé qui n'utilise que les revenus des activités de détail, nous ne constatons qu'une différence minime entre les deux : la version de l'approche par la consommation de données fondée uniquement sur les services de détail est supérieure de 1 à 2.5 points d'indice (figure A2). En effet, bien que les revenus des activités de détail constituent la majeure partie des revenus des services de télécommunications, ceux des activités de gros diminuent beaucoup plus rapidement. L'inclusion des revenus des activités de gros et d'entreprise pourrait toutefois introduire un biais dans nos résultats si les volumes correspondants affichent une tendance radicalement différente de celle des volumes de détail. Des travaux supplémentaires sont requis pour déterminer ces tendances et identifier des jeux de données appropriés pour les volumes des activités de gros et les volumes de données des entreprises.

Figure A2 – Approche par la consommation de données avec différentes bases de revenus



Note : 2010=100. L'indice axé uniquement sur les activités de détail exclut les revenus des activités de gros et ceux des services de données entreprises.

Source : calcul des auteurs.