

Quel déflateur pour les services de télécommunications ? Une question de pondération

Telecoms Deflators: A Story of Volume and Revenue Weights

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

Résumé – L'évolution rapide des produits et services technologiques pose des problèmes particuliers pour que les déflateurs traduisent correctement les changements de qualité et permettent une comparaison dans le temps des volumes de production. Pour les services de télécommunications, le défi vient non seulement de changements rapides des prix et des volumes, mais aussi du fait que les différents services fournis (texte, voix et données) sont de plus en plus substituables les uns aux autres. Cet article s'appuie sur les travaux précédents des auteurs pour proposer des alternatives améliorées de déflateurs pour les services de télécommunications au Royaume-Uni, en examinant le traitement des frais d'accès et l'utilisation de poids-revenus ou de poids-volumes pour les composantes fixes des offres groupées. Nos options alternatives débouchent sur des baisses des déflateurs allant de 64 à 85 % entre 2010 et 2017. Ces baisses sont beaucoup plus marquées que celles du déflateur calculé avec la méthode existante, mais cela réduit considérablement la fourchette des baisses de prix calculées dans les travaux antérieurs. À ce stade, nous recommandons nos options de déflateurs pondérés par les volumes, qui semblent mieux refléter la façon dont les consommateurs évaluent l'utilité des différentes composantes des services de télécommunications.

Abstract – Fast-changing technology products present inherent measurement challenges in relation to ensuring that deflators adequately adjust for quality change to allow a like-for-like comparison of volumes of output. Telecommunications services present significant challenges in this area not just because of rapid changes in prices and volumes, but also because the different services provided (text, voice, data) are displaying increasing substitutability. This paper builds on previous work by the authors to provide improved alternatives for telecoms services deflators calculated for the UK, focussing on treatment of access charges and also whether using revenue weights or volume-weights for fixed components of contract bundles delivers more reasonable results. Our new options deliver declines in the deflator series of between 64% and 85% between 2010 and 2017. These are far faster declines than the deflator calculated by the existing method but considerably reduce the range of price declines calculated in earlier work. Overall, we recommend using our volume-weighted deflator options, as these seem to better reflect how consumers evaluate the utility of different telecoms services components.

Codes JEL / JEL Classification : E01, L16, L96

Mots-clés : progrès technologique, télécommunications, déflateurs

Keywords: technological progress, telecommunications, deflators

*Department for Digital, Culture, Media and Sports (mo.abdirahman@dcms.gov.uk); **University of Cambridge and Economic Statistics Centre for Excellence (ESCoE); ***Office for National Statistics; ****The Institution of Engineering and Technology

Les auteurs tiennent à remercier Robert Bucknall (ONS), Erwin Diewert (Université de la Colombie-Britannique), John Jeremy (ONS) ainsi que deux rapporteurs anonymes pour leurs précieuses contributions.

Reçu en mai 2020, accepté en septembre 2021. Traduit de la version originale.

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.

Citation: Abdirahman, M., Coyle, D., Heys, R. & Stewart, W. (2022). Telecoms Deflators: A Story of Volume and Revenue Weights. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 530-31, 43–59. doi: 10.24187/ecostat.2022.530.2063

Les indicateurs de prix des services de télécommunications (ou « télécoms »), dont le but est de déflater la production du secteur, suscitent de nombreux débats entre économistes et statisticiens des instituts nationaux. Ces débats portent sur les modalités d'ajustement des prix des services en fonction de la qualité, compte tenu de l'explosion de l'utilisation et du transport des données. Les experts des prix du groupe d'Ottawa, réunis en 2001, ont ainsi mis en évidence les enjeux majeurs pour les prix des services de télécommunications des changements affectant la qualité et les modes d'utilisation (Diewert, 2001). Cette question de l'ajustement de qualité d'un produit qui connaît des innovations rapides s'applique plus largement à divers services numériques dont l'utilisation a considérablement augmenté ces dernières années.

Alors que les services liés aux données représentent désormais la principale production du secteur des services de télécoms, le déflateur utilisé actuellement au Royaume-Uni, et ailleurs, donne un poids plus élevé aux services traditionnels de voix et de texte (SMS). Étant donné que le prix de ces services traditionnels a moins fluctué, l'utilisation d'un déflateur pondéré sur la base de ces composantes fait apparaître une croissance lente de la production en termes réels et de la productivité du secteur, en contradiction avec la croissance considérable de l'utilisation et de l'amélioration des services, ce qui justifie de considérer des options alternatives.

Dans un précédent article (Abdirahman *et al.*, 2020) nous avons présenté deux alternatives au déflateur actuel des services de télécoms utilisé pour la mesure du PIB dans les comptes nationaux du Royaume-Uni (voir en encadré une synthèse de l'article de 2020). Une première solution était d'utiliser un indice des prix à la production des services (IPPS) amélioré, en y ajoutant les données haut débit et mobiles, en actualisant annuellement les pondérations et en y intégrant les prix à la consommation¹. Il ne s'agissait donc que d'améliorer la méthode courante. La deuxième option était de s'écarter de l'approche standard et d'adopter à la place une approche par l'utilisation des données, avec un indice de valeur unitaire qui considérerait tous les services composants comme étant essentiellement équivalents à un service de transport de bits. Les services vocaux et textuels étaient convertis en octets, à l'instar des services de données, et ce déflateur de l'utilisation des données était défini simplement comme le prix moyen par octet.

Ces solutions alternatives visaient toutes les deux à tenir compte du changement de qualité dû à la rapidité des progrès technologiques. Cependant, bien qu'utilisant les mêmes sources de données², elles fournissent des images extrêmement différentes d'un déflateur ajusté pour l'effet qualité, puisqu'avec la première option, on aboutissait à une baisse de 51 % et avec la deuxième à une baisse de 96 %³ au cours des années 2010 à 2017, par rapport à un indice resté globalement plat avec la définition courante. Dans cet article, nous analysons pourquoi ces deux options diffèrent autant et nous proposons trois nouvelles variantes.

Les services de télécommunications se composent d'une combinaison de services traditionnels tels que les appels vocaux et de nouveaux services reposant sur les données, lesquels se substituent souvent directement aux services traditionnels. Parfois, les services sont également groupés avec des offres d'appareils de téléphonie ; toutefois, dans cet article, nous nous concentrons sur le service, et non sur le matériel. Presque tous les services, qu'ils soient traditionnels (comme la voix ou le fax) ou plus modernes, utilisent les mêmes réseaux physiques et assurent le transport et le routage vers la destination souhaitée d'une manière quasiment identique : le contenu est numérisé puis envoyé sous forme de « paquets » de données assortis d'une adresse en « en-tête » qui les précède. Le contenu des données d'en-tête représente généralement moins de 1 % des données d'un paquet. Le coût du routage peut être supérieur à ce niveau, mais il est comparable pour tous les types de service.

Cela étant, pour des raisons historiques ou de marché, les services traditionnels sont souvent facturés à un taux beaucoup plus élevé par unité de données. Par exemple, le prix par octet d'un appel vocal traditionnel est sensiblement plus élevé que le prix du transport d'une quantité équivalente de données (et cet écart est beaucoup plus important pour les appels internationaux). Puisque les nouvelles technologies, comme Skype ou WhatsApp, traitent les appels vocaux comme du transport de données, le service est beaucoup moins cher, en particulier pour

1. Le contexte de la modification de l'IPPS, d'un indice centré sur les échanges entre entreprises (« B2B ») à un indice prenant en compte toutes les catégories de clients (« B2All ») est détaillé sur <https://www.ons.gov.uk/economy/inflationandpriceindices/articles/improvementstotheimportandexportpriceindicesipiandepiandservicesproducerpriceindicesppi/november2016#regulatory-changes> (accédé 5 novembre 2021).

2. Acquises auprès de l'Office of Communications (Ofcom), l'autorité de régulation des télécommunications au Royaume-Uni.

3. Cet écart diffère par rapport à la fourchette originale indiquée dans Abdirahman *et al.* (2020). Ceci est dû au fait que l'IPPS amélioré a été modifié pour devenir un indice chaîné de type Laspeyres. Les précisions méthodologiques sur la construction de l'IPPS amélioré (option A dans le présent article) figurent à l'annexe 2.

ENCADRÉ – Synthèse de l'article de 2020 (Abdirahman *et al.*, 2020)

Dans l'article de 2020, nous examinons le rôle que les déflateurs pouvaient jouer pour expliquer la baisse de la valeur ajoutée brute (VAB) réelle du secteur des services de télécommunications au Royaume-Uni alors même que la circulation de données avait connu une croissance exponentielle : entre 2010 et 2017, l'utilisation des données au Royaume-Uni a augmenté de 2 300 %, tandis que la VAB réelle mesurée pour le secteur a diminué de 8 %. Nous avons constaté le rôle important joué par la construction des déflateurs des services de télécommunication dans la sous-estimation de la VAB des services de télécommunication.

À l'époque, le déflateur de la production des services de télécommunications était construit à partir d'une combinaison de l'indice des prix à la consommation (IPC) pour les services et équipements de télécommunications (avec une pondération d'environ deux tiers) et de l'indice des prix à la production des services (IPPS) pour les services de télécommunications (avec une pondération d'environ un tiers). L'article abordait divers problèmes liés à cette approche, notamment le fait que l'IPC prend en compte de nombreux articles non liés, tels que les équipements de télécommunication, et ne tient pas suffisamment compte des changements de qualité des services de télécommunication. L'IPPS, quant à lui, ne capture que les prix au niveau des entreprises et, plus important encore, n'inclut aucun service de données fixe ou mobile. En raison de ces problèmes, et d'autres liés aux méthodes, le déflateur mesuré des services de télécommunications fait apparaître une hausse des prix de 3 % entre 2010 et 2017, malgré les progrès technologiques substantiels réalisés au cours de cette période, comme le passage de la 3G à la 4G du côté mobile et la progression considérable des vitesses du haut débit fixe.

Constatant que même de légères améliorations de la méthode avaient un impact important sur le déflateur des services de télécommunications, nous proposons un changement modeste du déflateur que nous avons appelé « IPPS amélioré » (option A). Les principales modifications consistaient à :

- supprimer l'IPC du déflateur,
- inclure les transactions entre entreprises et consommateurs dans le champ de l'IPPS afin de garantir une couverture des ventes aux entreprises (« B2B ») et des ventes des entreprises aux consommateurs (« B2All »),
- introduire des services de données fixes et mobiles dans l'IPPS,
- actualiser annuellement les pondérations.

La mise en œuvre de cet IPPS amélioré par ces modifications limitées indiquait que le prix des services de télécommunication aurait baissé d'environ 37 % entre 2010 et 2017, au lieu de la hausse de 3 % selon l'indicateur officiel de l'époque.

Malgré cette baisse substantielle du déflateur, il nous semblait que celui-ci pouvait encore être biaisé à la hausse, du fait du poids important des services de télécommunications traditionnels tels que les appels vocaux et les messages texte dans le déflateur de l'option A, malgré leur importance moindre pour les consommateurs et les opérateurs. En outre, le traitement des frais d'accès aux lignes fixes posait un problème particulier, car il s'agit d'un service distinct, fortement pondéré, bien qu'il soit peu pertinent pour les consommateurs lorsqu'ils choisissent leur contrat de télécommunications au Royaume-Uni.

Nous avons donc également envisagé un changement de méthode plus radical pour que le déflateur reflète davantage la qualité et l'amélioration technologique du service. Du point de vue de l'ingénierie et de la production, les services de télécommunications sont essentiellement un service de transport de bits, et les données sont un produit. Selon nous, les consommateurs ne verraient que peu de différence entre l'utilisation de services traditionnels (par exemple, l'envoi d'un SMS) et l'envoi d'un message via un service comme WhatsApp. Les services traditionnels tels que les appels et les messages texte pourraient également être représentés en bits de données et la production des services de télécommunications mesurée en bits de données transportés.

Partant de là, nous proposons un déflateur alternatif basé sur l'utilisation des données (option B). Ce déflateur alternatif utilise une valeur unitaire agrégée qui divise le revenu total du secteur par le volume total de données, d'où un prix par unité de données transmises dans tous les services de télécommunications. Avec ce déflateur, les prix des services de télécommunications ont baissé de 96 % entre 2010 et 2017, ce qui est considérablement plus rapide que la baisse obtenue avec le déflateur de l'option A.

L'article discutait le fort écart des estimations obtenues avec les deux options d'amélioration du déflateur et la nécessité de mieux l'expliquer et de le réduire. C'est le point de départ du présent article.

les appels longue distance. Naturellement, les utilisateurs migrent donc des services traditionnels plus coûteux vers les services plus récents qui sont relativement moins chers. Ces services peuvent également proposer de nouvelles « offres groupées » de service, par exemple des offres intégrées « texte et voix » ou « voix et vidéo » dans un même « appel ». Ceci pour suivre la tendance montante de consommation d'offres groupées de services différents avec des

plafonds et des limites d'utilisation différents. Par exemple, l'Ofcom estime que 79 % de l'ensemble des contrats de services de télécoms de lignes fixes sont des offres groupées de plusieurs services, ce qui correspond à une hausse de 39 % par rapport à 2009⁴.

4. Voir l'analyse du marché des services séparés de téléphonie fixe effectuée par l'Ofcom, figure 1. https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0014/107321/standalone-landline-evidence.pdf (accédé 5 novembre 2021).

Les consommateurs paient également des frais d'accès pour les services de ligne fixe. Les frais d'accès sont traités dans l'indice actuel comme un service distinct, et notre premier objectif est de les mettre en correspondance avec les services qui les composent. Cette approche est appropriée car il ne semble pas que les consommateurs sélectionnent leurs services de télécommunications sur la base des frais d'accès ni qu'ils achètent les frais d'accès comme un produit séparé. Nous examinons ensuite le traitement des prix de chaque composante du service dans les offres groupées de téléphonie mobile. Au Royaume-Uni, la pratique actuelle consiste à utiliser des pondérations basées sur les revenus des offres non groupées pour les appliquer au prix groupé. Nous proposons plutôt de prendre en compte leur poids dans le volume total des utilisations.

Nos résultats montrent que la différence entre les rythmes de décroissance des variantes du déflateur dépend principalement de l'utilisation de poids calculés à partir des revenus ou calculés à partir des volumes pour pondérer les différentes composantes des services. Les déflateurs alternatifs que nous construisons se rapprochent progressivement d'un indice de valeur unitaire de l'utilisation des données, à mesure que l'utilisation de poids-volumes devient prépondérante.

Le secteur des services de télécommunications offre donc une illustration saisissante d'un vieux problème conceptuel dans la construction des déflateurs : contrôler adéquatement le changement de qualité lorsqu'un nouveau produit ou un produit de meilleure qualité, affichant une croissance rapide des volumes et une baisse rapide des prix, vient remplacer un bien ou un service existant. Cette difficulté apparaît dans toute la gamme des services numériques et a des implications pour l'interprétation des déflateurs calculés et donc sur les taux de croissance réels de ces secteurs. Cette question peut être importante pour un certain nombre de produits numériques, pour lesquels les offres groupées deviennent de plus en plus courantes. Dans le cas des services de télécoms, les évolutions des prix varient considérablement entre les pays de l'OCDE, bien que les progrès technologiques soient du même ordre partout : par exemple, l'indice du prix des services de télécoms est passé de 100 en 2002 à près de 130 en 2015 au Canada, alors qu'il a diminué dans différents pays européens au cours de la même période (Ahmad *et al.*, 2017, p. 11). Cela suggère que les instituts de statistique mettent en œuvre des approches différentes face aux défis dont nous discutons.

Notre recommandation pratique est que les services statistiques devraient, pour l'heure, attribuer des frais d'accès aux lignes fixes en utilisant les pondérations basées sur les volumes (appelés poids-volume par la suite), car les pondérations basées sur les revenus (poids-revenu par la suite) reflètent les allocations comptables plutôt que les choix des consommateurs. Cependant, les services statistiques ne devraient pas pondérer par les volumes les frais groupés pour les services mobiles. La question centrale est celle de la sensibilité de l'indice des prix aux hypothèses formulées pour les pondérations.

La suite de l'article est organisée de la manière suivante. La section 1 présente le contexte de l'étude et les défis que pose la construction de déflateurs pour les services de télécommunications. La section 2 traite de la méthodologie et la section 3 présente l'impact des différentes méthodes sur le déflateur des services de télécommunications, discute les résultats et leurs limites.

1. La construction de déflateurs pour les services de télécommunications

Les déflateurs sont utilisés dans les comptes nationaux pour convertir les mesures en valeur de la production en indicateurs de volume cohérents. Conceptuellement, ceci implique de diviser la variation des prix en deux éléments : un indicateur cohérent des variations des prix des mêmes produits dans le temps « à périmètre constant » et un ajustement pour l'effet qualité. En bref, les variations de prix peuvent soit refléter un véritable changement du prix d'une unité de produit, soit indiquer que les acheteurs reçoivent un volume plus (ou moins) grand du produit à travers la qualité des unités individuelles. Il peut s'agir d'une modification de la taille du produit pour un prix donné (c'est ce que l'on a vu, récemment avec la « shrinkflation », c'est-à-dire par exemple lorsque le prix des barres de chocolat reste constant alors que leur poids en grammes diminue⁵) ou d'une modification de la nature du produit.

Dans le cas des biens technologiques et des services numériques, cette deuxième sorte de modification est un facteur clé. Pour ces produits, le changement technologique peut être rapide et, dans certains cas, le produit échantillon peut être retiré du panier de produits du déflateur avant que le nouveau panier ne soit construit, ce

5. Voir ONS, « *Shrinkflation: How many of our products are getting smaller?* » <https://www.ons.gov.uk/economy/inflationandpriceindices/articles/theimpactofshrinkflationoncpihuk/howmanyofourproductsaregettingsmaller> (accédé 5 novembre 2021).

qui rend difficile de trouver des prix cohérents pour certains produits. Il est donc essentiel de contrôler le changement de qualité pour estimer avec précision un changement de prix « à périmètre constant ».

La difficulté découle de la construction des déflateurs comme permettant d'atteindre (de s'approcher autant que possible de) l'indicateur cible d'un indice à utilité constante, un concept essentiellement abstrait, en utilisant les données de dépenses observées. En outre, les services statistiques doivent tenir compte des aspects pratiques de la collecte de données et de la production de statistiques dans des délais contraints. Leurs travaux s'inscrivent aussi dans le cadre de normes internationales en matière de définitions. Le déflateur utilisé actuellement pour les services de télécommunications au Royaume-Uni était auparavant un indice chaîné à panier fixe pondérant à la fois les indices des prix à la production et à la consommation. Conformément aux recommandations en matière de bonnes pratiques, il devra à l'avenir être construit comme un indice unique de prix « B2All », qui sera fourni par le biais d'un IPPS amélioré. Dans cet article, nous examinons la meilleure façon de rapprocher l'indice actuel des prix des services de télécommunications d'un indice à utilité constante.

L'utilité fournie par un bien amélioré ou nouveau dépend des caractéristiques de la demande des consommateurs, ainsi que des dépenses observables et, en particulier, de la proximité entre le nouveau bien et celui qu'il remplace (c'est-à-dire de l'élasticité prix de la demande). L'une des façons de conceptualiser ceci est de considérer une amélioration de la qualité comme une variation de la quantité ; par exemple, un octet de données fournissant autant d'informations que le faisaient deux octets auparavant grâce à une meilleure compression. Si q_i et z_i représentent respectivement la quantité et la qualité du bien i , nous pouvons écrire comme suit l'utilité de n biens pour le consommateur :

$$u = v(z_1 q_1, z_2 q_2, \dots, z_n q_n)$$

La qualité z_i peut être considérée comme une fonction hédonique des caractéristiques de chaque bien. Cette formulation fait apparaître qu'une amélioration de la qualité a deux effets : elle réduit directement la demande parce que moins de biens sont nécessaires pour fournir le même service ; mais elle agit également comme une réduction de prix pour la même quantité (à utilité constante), et aura donc tendance à augmenter indirectement la demande. Dès lors,

si les prix sont notés p_i et que le consommateur a une dépense totale x , les fonctions de demande g_i sont les suivantes :

$$q_i = (1/z_i) g_i(x, p_1/z_1, p_2/z_2, \dots, p_n/z_n)$$

Un indice des prix à utilité constante exige l'utilisation de prix « effectifs » qui, dans cette configuration, sont les prix divisés par une mesure de qualité associé. Si un octet fait désormais ce que deux octets faisaient auparavant, le prix par octet devrait être divisé par deux. Le coût minimal d'obtention de l'utilité u est alors donné par la formule suivante :

$$c(u, p_1/z_1, p_2/z_2, \dots, p_n/z_n)$$

Le changement à utilité constante (c'est-à-dire le « coût de la vie ») serait obtenu par le coût pour atteindre un niveau d'utilité fixe au cours de chacune des deux périodes considérées. Nous nous proposons de construire un indice des prix en utilisant p_i/z_i . Deaton (1998) suggère d'utiliser l'idée des préférences homothétiques (qui veut qu'une hausse du revenu ne modifie pas la demande relative pour différents biens) dans le contexte d'une augmentation identique de la qualité de tous les biens : « *The quality change is precisely equivalent to consumers becoming more efficient as 'utility machines'* » (p. 40). Les consommateurs ont une utilité plus élevée, mais cela n'est démontré par aucune preuve empirique. En général, les données ne permettent pas d'évaluer l'ensemble des conséquences des changements de qualité sur le bien-être, l'ajustement d'un indice des prix à l'effet qualité correspondant en partie à l'ajustement des préférences, à moins de penser possible de distinguer les changements de qualité des changements de préférences.

Les régressions hédoniques conventionnelles ainsi que l'approche directe de Nordhaus (1994 ; 2007) pour calculer le coût de technologies telles que l'éclairage ou la puissance de calcul fournissent des informations sur les changements de qualité. L'ajustement hédonique estime la valeur des caractéristiques spécifiques d'un produit dont la qualité s'améliore et l'utilise pour estimer un prix plus proche du niveau de fourniture d'une utilité inchangée pour le consommateur. Par exemple, les prix de certains biens des technologies de l'information dans le panier de l'indice des prix à la consommation (IPC) au Royaume-Uni et dans d'autres pays sont ajustés de manière hédonique de sorte à refléter, en théorie, l'évolution rapide du prix d'une unité d'utilité constante fournie par ces biens. Toutefois, les services statistiques nationaux n'appliquent l'ajustement hédonique qu'à un petit nombre de biens, qui varient

considérablement d'un pays à l'autre. Cette méthode implique en effet de sélectionner des caractéristiques de qualité mesurables supposées contribuer à l'utilité des consommateurs. Sa mise en œuvre dépend de la disponibilité d'indicateurs pour diverses caractéristiques. Crawford & Neary (2019) pointent également que les méthodes hédoniques n'intègrent qu'un changement intensif de qualité, c'est-à-dire des améliorations de caractéristiques existantes. Elles ne tiennent pas compte de modifications majeures telles que l'introduction de nouvelles caractéristiques (ou la perte d'anciennes caractéristiques) et présentent donc de ce fait un biais de variables omises, sauf si les équations sont régulièrement mises à jour. Des méthodes hédoniques ont été appliquées aux téléphones mobiles aux États-Unis, et Aizcorbe *et al.* (2019) proposent également une méthode d'ajustement des prix des téléphones mobiles vendus conjointement avec des services de télécommunications. Aux États-Unis, le Bureau of Labor Statistics a apporté des améliorations à certains ajustements hédoniques des services de communications sans fil en tenant compte de caractéristiques telle que le volume de données des offres achetées par les consommateurs⁶. Cela étant, l'ajustement hédonique des services de télécommunications visant à refléter des améliorations technologiques significatives en termes de compression, de vitesse des données, de latence (délai de traitement) réduite et de fiabilité des appels ne semble pas être généralement appliqué. De plus, il ne contient pas toutes les informations nécessaires sur l'utilité que les consommateurs obtiennent du changement de qualité.

Les méthodes hédoniques présentent par ailleurs des limites pratiques importantes qui les rendent moins adaptées à une application aux services de télécommunications. De nombreuses régressions hédoniques pour le haut débit utilisent comme principales caractéristiques de qualité les vitesses de téléchargement depuis et vers le réseau. Toutefois, ces régressions s'appuient sur des tarifs élevés comme caractéristiques de la qualité plutôt que sur les données au niveau des contrats individuels. Cela signifie que les régressions hédoniques ont tendance à utiliser les vitesses annoncées plutôt que les vitesses réelles, puisque ces dernières ne peuvent être observées qu'au niveau du contrat individuel. Souvent, les vitesses annoncées restent inchangées, tandis que les consommateurs voient les vitesses réelles s'améliorer, de sorte que les régressions hédoniques risquent de ne pas estimer correctement les améliorations de la qualité. En outre, même si la vitesse est l'une

des principales caractéristiques de qualité des services de télécoms, d'autres facteurs sont également importants, comme la couverture ou la latence. Ces facteurs ne sont pas non plus observables au niveau des tarifs et ils varient d'un consommateur à l'autre. Plus largement, les régressions hédoniques reposent sur l'utilisation d'indices des prix traditionnels et sur le panier de biens associé. Toutefois, il est difficile de construire un panier représentatif des tarifs, en particulier pour les tarifs de téléphonie mobile du fait de l'étendue de la gamme tarifaire disponible ainsi que de l'évolution constante des tarifs des offres auxquelles les consommateurs souscrivent. Bien que l'on puisse envisager, aux fins de l'ajustement hédonique, de traiter certaines parties des services de télécommunications telles que les offres groupées comme des biens distincts, procéder ainsi entraînerait les mêmes difficultés pratiques. Par conséquent, les lignes directrices statistiques⁷ recommandent souvent d'utiliser une approche fondée sur un « panier de consommateurs », qui définit plusieurs profils de consommateurs (par exemple, à utilisation élevée, moyenne et faible) et les met en correspondance avec le tarif disponible le moins cher pour un profil d'utilisation donné.

Pour toutes ces raisons, nous ne proposons pas d'ajustement hédonique. Nous nous concentrons plutôt sur des moyens alternatifs d'améliorer les déflateurs dans un domaine où l'idée que l'ajustement de qualité ait pu ou puisse être appliqué de manière adéquate laisse généralement sceptique. S'agissant des services de télécommunications, plutôt que de nous concentrer sur l'achat de biens durables nous privilégions l'hypothèse simple selon laquelle les consommateurs augmenteront leur utilité grâce aux améliorations de la qualité, telles que la vitesse et la latence, lorsqu'ils utilisent réellement les services. La valeur et/ou le volume réel d'utilisation apparaissent donc comme des indicateurs appropriés pour prendre en compte les changements de qualité et calculer un prix de transaction réel, car les consommateurs n'utilisent pas toujours toutes les données de leur forfait ni toutes les applications fournies.

Comme décrit dans Abdirahman *et al.* (2020), les indices de prix existants pour les services de télécommunications au Royaume-Uni ne parviennent pas à suivre le rythme rapide du changement dans ce secteur. Selon Bean (2016),

6. Voir Bureau of Labor Statistics (BLS) – indices des prix à la production : <https://www.bls.gov/ppi/broadbandhedonicmodel.htm> (accédé 5 novembre 2021).

7. Voir <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/272892/7048317/HICP+recommendation+on+telecoms+-+June+2015> (accédé 5 novembre 2021).

la révision des déflateurs pour améliorer les comptes nationaux du Royaume-Uni est un sujet de recherche, même si cette question se pose également dans d'autres pays. Les deux méthodes alternatives présentées dans Abdirahman *et al.* (2020) ont débouché sur des différences marquées pour l'évolution des prix des services de télécommunications. Dans cet article, nous proposons donc d'affiner notre méthodologie, en prenant précisément en compte la manière dont les services sont tarifés, avec des frais d'accès pour certains services et la pratique des offres groupées, et en utilisant la valeur ou le volume d'utilisation des données pour construire de nouveaux jeux de pondérations. Ces alternatives peuvent être considérées comme réduisant les limites liées aux deux effets opposés du changement de qualité, l'un réduisant la demande du fait de la plus grande utilité obtenue par unité de données utilisée, l'autre augmentant la demande et l'utilisation en raison de la baisse du prix.

2. Méthodologie

L'approche par l'utilisation des données (appelée option B dans cet article) et l'amélioration de l'IPPS (appelée option A dans cet article) sont décrites dans Abdirahman *et al.* (2020). La méthodologie de l'option B est résumée dans l'annexe 1 et celle de l'option A dans l'annexe 2. L'option A consistait à améliorer l'IPPS tout en conservant globalement la méthodologie existante. Cet article introduit de nouvelles déclinaisons de l'option A en apportant des retouches principalement sur le traitement des frais d'accès aux lignes fixes et des offres groupées de téléphonie mobile.

Les fournisseurs de services de télécommunications définissent en général séparément des frais d'accès et soit des frais d'utilisation (prix par appel, par SMS ou par Go de données) soit, plus souvent, un prix forfaitaire regroupant plusieurs services. Au Royaume-Uni, de nombreux consommateurs achètent désormais des forfaits mobiles incluant messages texte, appels vocaux et données, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Frais d'accès : ils sont actuellement traités comme un service distinct dans l'IPPS. Dans les options ci-dessous visant à affiner l'analyse, nous réattribuons le revenu correspondant aux composantes voix et données du service, en pondérant soit par les revenus, soit par les volumes.
- Revenus des offres groupées de téléphonie mobile : étant donné que les opérateurs de téléphonie mobile regroupent de plus en plus

de services au sein d'un seul paiement mensuel, l'approche actuelle, qui consiste à utiliser des pondérations basées sur les revenus des offres non groupées comme proxy du poids de chaque service mobile au sein des offres groupées, semble peu pertinente. On propose donc dans cet article d'appliquer aux revenus des offres groupées des poids calculés à partir des volumes totaux plutôt que des poids calculés à partir des revenus des offres non groupées.

Jusqu'à présent dans l'IPPS, les frais d'accès aux lignes fixes sont traités comme un service de télécommunications distinct. Ce traitement mérite d'être discuté. Sur le marché britannique, le régulateur (l'Ofcom) définit le niveau des frais d'accès et exige des fournisseurs qu'ils communiquent des données en fonction de ce concept. Pourtant, les consommateurs sont de moins en moins capables d'observer les frais d'accès, car ceux-ci sont inclus dans le prix des offres groupées et ne peuvent pas être identifiés de façon séparée⁸. Une investigation que nous avons menée sur les prix proposés en ligne a ainsi révélé que de nombreux opérateurs ne présentent plus les informations sous cette forme. Il semble par conséquent prudent de supposer que les utilisateurs ne fondent pas leurs décisions d'achats sur le coût de ces frais d'accès. En partant du principe que les utilisateurs prennent leurs décisions sur la base des informations à leur disposition, les principaux éléments qu'ils prennent en considération semblent être les appels, messages texte et données auxquels ils auront droit, ainsi que la vitesse du service. Sur cette base, les revenus des frais d'accès devraient être répartis selon les services que les consommateurs utilisent, de même que, dans un restaurant, l'on ne paie pas une addition pour la nourriture et une addition distincte pour l'amortissement du local et du matériel de cuisine. Une autre justification de cette approche est le « principe de correspondance » dans la comptabilisation de l'allocation des coûts fixes, selon lequel ceux-ci sont mis en correspondance avec le profil des flux de revenus futurs qu'ils permettent (Diewert, 2005 ; Bierman, 2009).

Par conséquent, notre méthode améliorée propose de cesser de valoriser les frais d'accès aux lignes fixes comme un service distinct, et de privilégier une répartition des revenus correspondants sur les services dont les prix sont susceptibles d'avoir une influence sur les choix du consommateur : les appels vocaux et

8. Nous avons constaté en outre que certains opérateurs ont déjà cessé de les présenter comme des frais distincts. De plus, leur valeur est fixée par le régulateur.

l'Internet haut débit. Ceci peut être réalisé en utilisant des poids-revenu et des poids-volume, et nous envisageons ici les deux. Entre 2010 et 2017, la part des frais d'accès dans les revenus totaux des lignes fixes au Royaume-Uni a augmenté, passant environ de 40 à 44 %, ce qui reflète probablement la pression concurrentielle sur les prix des services qui comptent aux yeux des consommateurs.

Les tarifs des offres groupées de téléphonie mobile sont le deuxième domaine que nous avons identifié comme méritant une investigation plus approfondie. Cette stratégie de prix s'observe souvent sur des marchés dans lesquels les acteurs en place sont puissants. La littérature sur les offres groupées proposées par des producteurs qui disposent de plusieurs produits montre que lorsque les valorisations faites par les consommateurs des différentes composantes de telles offres sont élevées par rapport aux coûts marginaux (comme c'est le cas dans les marchés des télécommunications et du numérique), le regroupement des produits aura tendance à être plus rentable que la tarification et la vente séparées de ces produits (Stigler, 1963 ; Adams & Yellen, 1976 ; Lewbel, 1985 ; Eppen *et al.*, 1991). La stratégie de tarification groupée permet aux entreprises d'introduire une forme de discrimination par le prix qui serait impraticable autrement du fait de la multiplicité des produits et de l'hétérogénéité de la demande, car il y a moins de variation de la demande pour les offres groupées que pour les composantes individuelles des services. Il y a aussi des raisons stratégiques de proposer des offres groupées dans la mesure où elles réduisent la concurrence (Carbajo *et al.*, 1990), particulièrement lorsque le coût marginal de certains biens est nul (Carlton *et al.*, 2010 ; Choi, 2012).

Pour le calcul d'un déflateur, les revenus des offres groupées de téléphonie mobile doivent être partagés entre les appels, les messages texte et, en l'absence de prix distincts pour chaque composante, les données. Des poids appropriés doivent être calculés pour chaque élément. L'ancienne méthode de l'option A utilisait des poids-revenu des offres non groupées⁹ (voir annexe 2). Toutefois, cela impliquait que les modes d'utilisation à l'intérieur de l'offre groupée étaient similaires à ceux des services vendus séparément hors offre groupée. Il s'agit d'une hypothèse forte, car elle suppose que les consommateurs n'auraient pas de raison de choisir des offres de services groupés ; pourtant, il semble que c'est bien ce que font la plupart d'entre eux. Nous considérons donc une alternative consistant à utiliser les

poids dans les volumes totaux pour répartir les composantes des offres groupées.

Cet article propose donc une mise à jour des estimations d'Abdirahman *et al.* (2020) avec les données disponibles les plus récentes, et en calculant les indices avec une méthode chaînée de type Laspeyres. Il propose en outre trois déclinaisons de l'IPPS amélioré (l'option A du précédent article) :

- Option A.1 : dans cette variante, les frais d'accès aux lignes fixes sont répartis en utilisant des poids-revenu.

- Option A.2 : dans cette deuxième variante, les frais d'accès aux lignes fixes sont répartis en utilisant des poids-volume.

- Option A.3 : dans cette troisième variante, qui s'appuie sur l'option A.2, on ajoute une répartition des frais des offres groupées de téléphonie mobile avec des poids-volume.

3. Résultats

3.1. Option A.1 : décomposition des frais d'accès aux lignes fixes sur la base de poids-revenu

Dans cette option, nous commençons par déduire les revenus des frais d'accès du total des revenus. Dans ce revenu restant, nous calculons ensuite les poids des services voix et haut débit. En utilisant ces poids-revenu, nous décomposons les revenus des frais d'accès en revenus voix et revenus haut débit, que nous ajoutons aux revenus de ces services respectifs.

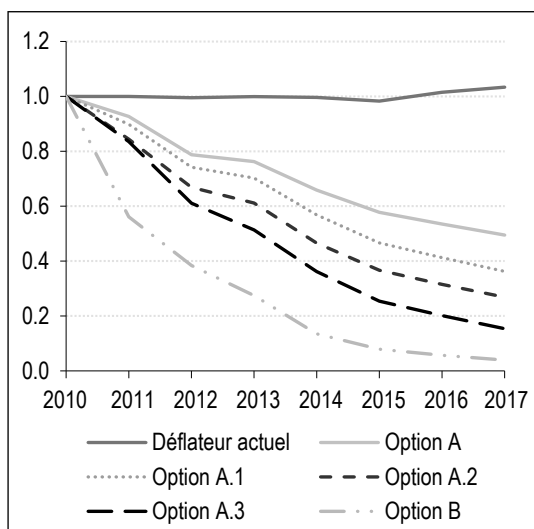
Le déflateur de l'option A.1 présente une baisse plus importante que celui de l'option A, d'environ 64 % entre 2010 et 2017, à comparer à la baisse de 51 % pour l'IPPS amélioré (figure I). Cela s'explique par le fait que dans l'option A, les frais d'accès croissants et assortis d'une pondération élevée ont un effet significatif pour contrer la baisse des coûts de données. L'option A.1 attribue en revanche un poids plus élevé à la composante de services de données à haut débit, dont le prix diminue à un rythme soutenu.

3.2. Option A.2 : décomposition des frais d'accès aux lignes fixes sur la base de poids-volume

Les poids-revenu de l'option A.1 sont basés sur la part de revenus relatifs des services de voix et de données. Toutefois, en raison de la tarification différentielle de ces services, il est peu

9. C'est-à-dire les services de télécommunications achetés en dehors d'un contrat d'offre groupée.

Figure I – Gamme des déflateurs potentiels des télécommunications



Source : calculs des auteurs – voir annexe.

probable que ces pondérations représentent bien l'utilisation qui en est faite par les consommateurs. Le prix par octet diffère considérablement entre les composantes des services, le prix le plus bas étant celui des données (et des services de données), suivi de la voix et des SMS, qui affichent le prix le plus élevé.

Une décomposition des frais d'accès avec une pondération basée sur les volumes pourrait donc être préférable. Dans l'option A.2 nous utilisons donc des poids-volume, de sorte que la décomposition des frais d'accès aux lignes fixes reflète l'utilisation des services par les consommateurs. Tout d'abord, nous convertissons l'utilisation des services voix en octets de données, en utilisant notre taux de conversion standard de 480 ko par minute. Nous calculons ensuite les poids des services voix et du haut débit dans les volumes (en fonction des utilisations réelles). Nous utilisons ces poids pour décomposer les revenus des frais d'accès aux lignes fixes et les distribuer sur les services voix et haut débit. Cela entraîne une affectation de la quasi-totalité des revenus des frais d'accès aux revenus du haut débit, qui domine l'utilisation des services de télécoms. En 2010, les services de données représentaient déjà environ 97 % de cette utilisation et, en 2017, près de 100 %.

L'indice de l'option A.2 diminue de 73 % entre 2010 et 2017 (figure I). Ce résultat n'est pas sensiblement différent de celui de l'option A.1, car les frais d'accès aux lignes fixes ne sont qu'une composante de l'indice global de l'IPPS. En outre, même dans l'option A.1, la pondération (basée sur les revenus) des services de données se situait aux alentours de 77 % en 2017 ; aussi

les changements apportés par l'option A.2 n'ont-ils qu'un impact supplémentaire limité.

3.3. Option A.3 : décomposition des frais d'accès aux lignes fixes et des tarifs des offres groupées de téléphonie mobile sur la base de poids-volume

Dans cette option, on conserve la répartition des frais d'accès aux lignes fixes en utilisant des poids-volume de l'option A.2, mais on décompose également les tarifs des offres groupées de téléphonie mobile sur la base des volumes plutôt que des revenus (des offres non groupées). Cette décomposition supplémentaire permet de refléter l'utilisation réelle des services au sein des offres groupées par les consommateurs.

Nous commençons par convertir tous les services de télécommunications dans une unité de quantité commune : les octets de données. Comme dans l'option A.2, nous convertissons les services de voix avec notre taux de conversion de 480 ko par minute. Pour les messages texte, nous utilisons un taux de conversion de 140 octets par message. Nous calculons ensuite les poids des différents services dans les volumes et nous les utilisons pour répartir les revenus des offres groupées de téléphonie mobile entre les différents services.

Comme on peut le voir dans la figure I, l'indice de l'option A.3 a chuté de 85 % entre 2010 et 2017, ce qui montre qu'il diminue également plus vite que le déflateur de l'option A initiale (et qu'il est plus proche de la valeur unitaire naïve, le déflateur de l'option B). Ceci s'explique par le fait que la plus grande part des revenus des offres groupées est attribuée aux services de données mobiles, dont le prix a diminué à un rythme soutenu. Alors que les services de données représentaient 56 % du volume mobile en 2010, ce chiffre est passé à 96 % en 2017.

Les options initiales de déflateur proposées dans Abdirahman *et al.* (2020), ainsi que les améliorations proposées dans le présent article, sont toutes présentées dans la figure I. Les variations de prix entre 2010 et 2017 vont de +3 % pour le déflateur actuel (niveau le plus élevé) à -96 % (niveau le plus faible, l'indice de valeur unitaire de l'approche par l'utilisation des données, l'option B d'Abdirahman *et al.*, 2020).

Comme on peut le constater, toutes les options proposées sont nettement en dessous du déflateur actuellement utilisé dans les comptes nationaux du Royaume-Uni, mais les différences entre les options sont elles-mêmes importantes. Les

trois options A.1-A.3 segmentent l'écart entre nos déflateurs d'origine de l'option A et de l'option B. En effet, puisque les différentes options affectent les frais d'accès et étendent progressivement l'effet des pondérations basées sur les volumes dans la construction du déflateur, celui-ci progresse depuis l'option A (qui utilise exclusivement les poids-revenu) vers l'option B (qui utilise exclusivement les poids-volume). La variation entre les options de déflateur est donc une question de pondération, par les revenus ou par les volumes. Les services de données affichent des baisses importantes de prix, mais ils ont tendance à avoir un poids relativement faible en termes de revenus. À mesure que nous élargissons l'utilisation de la pondération sur la base des volumes, les déflateurs qui en résultent diminuent beaucoup plus rapidement. Le choix du déflateur « correct » pour les services de télécommunications dépend donc de l'appréciation sur la pondération, par les revenus ou par les volumes, qui est la plus appropriée.

Bien que les indices pondérés sur la base des revenus soient systématiquement considérés comme représentant de manière appropriée les préférences des consommateurs en matière de valeur, la force de cet argument dans ce contexte n'est pas claire. D'une part, la répartition des revenus (en particulier ceux des offres groupées) résulte souvent d'un simple exercice comptable, potentiellement plus en réponse à des exigences réglementaires que pour refléter les transactions économiques. Là où les offres groupées ne sont pas un problème majeur, par exemple dans les contrats de téléphonie fixe où les services de voix ne sont généralement pas inclus (au Royaume-Uni) dans le prix groupé, les services de données représentent une part beaucoup plus importante des revenus. Un indice qui utilise davantage les pondérations par les volumes évite ainsi les distorsions potentielles résultant de la confusion entre des affectations comptables et de véritables signaux de prix.

L'option A.2 utilise donc des pondérations basées sur les volumes pour décomposer les frais d'accès. Bien que cette approche soit préférable pour la raison qui vient d'être évoquée, elle nécessite d'obtenir un indicateur de volume à périmètre constant pour les services de données et de voix. Nous nous appuyons sur un taux de conversion fixe de la voix en ko/min de données qui représente l'utilisation moyenne des données pour un message vocal. Ce taux est resté globalement constant depuis de nombreuses années. Alors que les processeurs complexes peuvent compresser davantage les signaux vocaux pour obtenir des débits de données plus faibles, cela

leur prend du temps et entraîne inévitablement une perte de qualité. Étant donné les débits relativement faibles requis pour la voix et les spécifications strictes en matière de latence par rapport à la vidéo par exemple, une compression supplémentaire n'est pas considérée comme valant la peine compte tenu de l'économie réalisée. Mais cette hypothèse n'a que peu d'effet sur le déflateur calculé, dans la mesure où l'approche poids-volume attribue presque tous les revenus associés aux accès aux services de données. Même si nous émettions l'hypothèse d'une consommation de données considérablement plus élevée pour les appels vocaux, cela n'aurait que peu d'effet sur le déflateur de l'option A.2.

Un argument similaire peut être avancé pour les frais des offres groupées de téléphonie mobile ainsi que pour les frais d'accès aux lignes fixes. Dans l'approche de l'option A initiale et dans celles des nouvelles options A.1 et A.2, on décompose les frais des offres groupées de téléphonie mobile en appliquant leur poids dans les revenus des services dans les offres non groupées. Cependant, si les modèles d'utilisation des services groupés et non groupés diffèrent, comme l'on peut s'y attendre, cette hypothèse ne correspond pas à ce qui se passe dans la pratique. Avec l'option A.3, nous considérons donc une solution alternative selon le même modèle que celui appliqué aux frais de ligne fixe dans l'option A.2, en décomposant les revenus des offres groupées à partir des pondérations calculées sur la base des volumes totaux plutôt que sur la base des revenus pour représenter l'utilisation.

Cette option A.3 a toutefois ses limites. En effet, bien que la part des revenus provenant des services de données augmente progressivement, les appels vocaux et les SMS représentaient encore 57 % des revenus en 2017 (tableau 1). Cette part encore substantielle se reflète dans les déflateurs des options A.1 et A.2, où l'indice des composantes des services de téléphonie mobile proposés en offres groupées diminue beaucoup plus lentement que l'indice correspondant dans l'option A.3 (figure II).

En revanche, pour ce qui est du déflateur de l'option A.3, la part de revenus des services voix et texte diminue de manière significative, car l'utilisation des services de données a augmenté de façon exponentielle (tableau 2). Ainsi, l'utilisation de cette approche par les volumes pour répartir les offres groupées entre les éléments qui les composent suggère que les revenus des offres groupées pour les services de texte au Royaume-Uni en 2017 auraient été seulement de

Tableau 1 – Revenus et pondérations des offres non groupées par type de service

	Revenus (M£)			Pondérations (%)		
	Appels	Textes	Données	Appels	Textes	Données
2010	4 181	2 578	1 731	49	30	20
2011	4 863	2 573	2 247	50	27	23
2012	3 670	2 420	2 506	43	28	29
2013	3 213	1 807	2 651	42	24	35
2014	2 878	1 298	2 734	42	19	40
2015	2 352	773	1 758	48	16	36
2016	1 996	713	1 772	45	16	40
2017	1 644	642	1 731	41	16	43

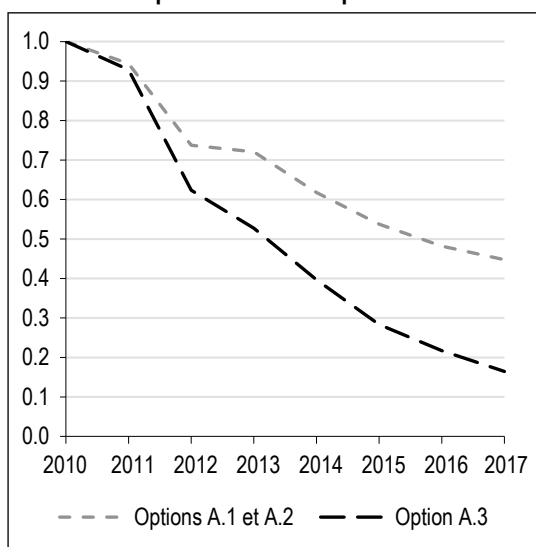
Source : Ofcom, calculs des auteurs.

Tableau 2 – Revenus et pondérations imputées des offres groupées de téléphonie mobile par type de service pour l'option A.3

	Revenus (M£)			Pondérations (%)		
	Appels	Textes	Données	Appels	Textes	Données
2010	2 768	0.83	3 646	43	0.01	57
2011	2 289	0.78	3 637	39	0.01	61
2012	1 533	0.58	5 778	21	0.01	79
2013	1 221	0.34	6 605	16	0.00	84
2014	904	0.21	7 428	11	0.00	89
2015	748	0.15	9 589	7	0.00	93
2016	588	0.10	10 295	5	0.00	95
2017	423	0.06	11 127	4	0.00	96

Source : Ofcom, calculs des auteurs.

Figure II – Services inclus dans les offres groupées de téléphonie mobile, comparaison des composantes



Source : calculs des auteurs.

l'ordre de 60 000 livres sterling pour l'ensemble du secteur. Ce résultat semble extrêmement peu plausible étant donné que les revenus des offres non groupées pour les services de texte étaient de l'ordre de 642 millions de livres sterling en 2017. On observe un décalage comparable, quoique moins extrême, pour les services vocaux pour lesquels les revenus estimés des offres groupées en 2017 s'élèvent à 423 millions de livres sterling, quand les revenus des offres non groupées sont nettement plus importants et s'élèvent à 1.6 milliard de livres sterling. Ces chiffres imputés reflètent le fait que le poids estimé du volume des services de données inclus dans les offres groupées dans le cadre de l'option A.3 est passé de 57 % en 2010 à 96 % en 2017. Bien que les services de données soient probablement le principal élément pris en considération par les consommateurs lors du choix de leur offre, attribuer une pondération aussi élevée au déflateur de cette composante des services n'a rien d'une

évidence. D'autre part, utiliser des pondérations basées sur les revenus des offres non groupées reviendrait à sous-estimer significativement la part des services de données inclus dans les tarifs des offres groupées. Par exemple, les chiffres du tableau 1 suggèrent que la part des services de données incluse dans les offres groupées serait, sur la base d'une pondération basée sur les revenus, de l'ordre de 43 %. Pourtant, cela semble tout autant improbable, sachant que nous observons une baisse de volume des appels et des messages texte et une hausse exponentielle de l'utilisation des données.

* *
*

Les réflexions ci-dessus sont courantes dans la littérature abondante sur les biais des indices des prix (voir par exemple Reinsdorf, 1993 ; Diewert, 1998 ; Hausman, 2003 ; Diewert *et al.*, 2018). En général, les indices de Laspeyres appliquant des pondérations aux périodes de base sont biaisés à la hausse par rapport à un indice idéal à utilité constante, tandis que les indices de Paasche appliquant des pondérations aux périodes en cours sont biaisés à la baisse (Diewert, 1998). Lorsque l'on tente de calculer un indice des prix à utilité constante qui soit « vrai », la difficulté réside dans l'incapacité à observer les prix de réservation « manquants », ou les prix à utilité constante, que les consommateurs auraient payés pour des produits nouveaux (ou de meilleure qualité) s'ils avaient été disponibles auparavant. L'estimation de ces prix est un défi tant économétrique qu'au niveau des données. Comme nous l'avons vu précédemment, les résultats obtenus avec des pondérations basées sur les revenus ou sur les volumes peuvent être considérés comme des bornes d'un indice à utilité constante correspondant à la « réalité ».

Mais les statisticiens doivent pourtant continuer à produire des déflateurs, et nous avons toutes les raisons de penser qu'il est temps d'abandonner le déflateur britannique actuel des services de télécoms (et l'indice de l'option A que nous avons calculé précédemment) pour lui préférer l'affectation des frais d'accès sur la base de pondérations basées sur les volumes (notre déflateur de l'option A.2), puisque les pondérations basées sur les revenus pour les frais d'accès inclus dans les offres groupées reflètent davantage une facilité comptable que les transactions effectives. À ce stade, nous mettons en garde contre l'utilisation de notre option A.3, du moins sans une exploration plus

approfondie des raisons de la grande différence existant entre les revenus réels (pondérés sur la base des revenus, mais des revenus correspondant aux offres non groupées) et les revenus imputés (pondérés sur la base des volumes) pour les différentes composantes, puisque les revenus que nous utilisons ne proviennent pas des offres groupées et risquent donc de ne pas en constituer une approximation satisfaisante. En utilisant notre option privilégiée, qui pourrait encore comporter un certain biais vers le haut, le prix des services de télécommunications au Royaume-Uni a diminué de 73 % par rapport à 2010-2017, au lieu d'être resté globalement plat comme le suggère le déflateur actuel. □

BIBLIOGRAPHIE

- 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>
- Adams, W. & Yellen, J. (1976).** Commodity Bundling and the Burden of Monopoly. *Quarterly Journal of Economics*, 90, 475–498. <https://doi.org/10.2307/1886045>
- 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, *Working Paper* N° 2017/09. <https://doi.org/10.1787/a8e751b7-en>
- Aizcorbe, A., Byrne, D. & Sichel, D. (2019).** Getting Smart About Phones: New Price Indexes and the Allocation of Spending Between Devices and Services Plans in Personal Consumption Expenditures. NBER, *Working Paper* N° 25645. <https://www.nber.org/papers/w25645>
- Bean, C. (2016).** Independent Review of UK Economic Statistics. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/507081/2904936_Bean_Review_Web_Accessible.pdf
- Bierman, H. (2009).** The Missing Concept: What Happened to the Importance of Matching? *The Certified Public Accountant Journal*, 79(4), 22–27. <https://www.nyssepa.org/news/publications/the-cpa-journal/article-preview?ArticleID=10308#sthash.yjGNYUaf.dpbs>
- Carbajo, J., De Meza, D. & Seidmann, D. (1990).** A Strategic Motivation for Commodity Bundling. *The Journal of Industrial Economics*, 38(3), 283–298. <https://doi.org/10.2307/2098499>
- Carlton, D., Gans, J. & Waldman, M. (2010).** Why Tie a Product Consumers Do Not Use? *American Economic Journal: Microeconomics*, 2(3), 85–105. <https://doi.org/10.1257/mic.2.3.85>
- Choi, J. (2012).** Bundling Information Goods. In: M Peltz, M. & Waldfoegel, J. (Eds), *The Oxford Handbook of the Digital Economy*, Ch. 11. Oxford University Press.
- Crawford, I. & Neary, P. (2019).** New Characteristics and Hedonic Price index Numbers. CESifo *Working Paper Series* N° 7529. https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1_wp7529.pdf
- Deaton, A. (1998).** Getting Prices Right: What Should Be Done? *Journal of Economic Perspectives*, 12(1), 37–46. <https://doi.org/10.1257/jep.12.1.37>
- Diewert, E. (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>
- Diewert, E. (2001).** Telecommunications Services, *Ottawa Group Session Summary*. [https://www.ottawagroup.org/Ottawa/ottawagroup.nsf/home/Meeting+6/\\$file/2001%20th%20Meeting%20-%20Diewert%20Erwin%20-%20Session%20Summary%20-%20Telecommunications.pdf](https://www.ottawagroup.org/Ottawa/ottawagroup.nsf/home/Meeting+6/$file/2001%20th%20Meeting%20-%20Diewert%20Erwin%20-%20Session%20Summary%20-%20Telecommunications.pdf)

- Diewert, E. (2005).** Constructing a Capital Stock for R&D Investments. *The Measurement of Business Capital, Income and Performance*, Ch. 4. https://econ.sites.olt.ubc.ca/files/2013/06/pdf_paper_erwin-diewert-barc4.pdf
- Diewert, E., Fox, K. & Schreyer, P. (2018).** The Digital Economy, New Products and Consumer Welfare. *ESCoE Discussion Paper* N° 2018-16. <https://www.escoe.ac.uk/publications/the-digital-economy-new-products-and-consumer-welfare/>
- Eppen, G., Hanson, W. & Martin, R. (1991).** Bundling – new products, new markets, low risk. *Sloan Management Review*, 32(Summer), 7–14. <https://sloanreview.mit.edu/article/bundling-new-products-new-markets-low-risk/>
- 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>
- Lewbel, A. (1985).** Bundling of Substitutes or Complements. *International Journal of Industrial Organization*, 3, 101–107. [https://doi.org/10.1016/0167-7187\(85\)90016-5](https://doi.org/10.1016/0167-7187(85)90016-5)
- Nordhaus, W. (1994).** Do Real Output and Real Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not. *Cowles Foundation Discussion Papers* N° 1078. <https://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/d10/d1078.pdf>
- 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>. Updated 2010 appendix available at www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/
- Reinsdorf, M. (1993).** The Effect of Outlet Price Differentials on the U.S. Consumer Price Index. In: Foss, M., Manser, M. & Young, A. (Eds), *Price Measurements and Their Use*, pp. 227–258. National Bureau of Economic Research.
- Stigler, G. (1963).** United States v. Loew's Inc.: A Note on Block-Booking. *U.S. Supreme Court Review*, 152–157. <https://doi.org/10.1086/scr.1963.3108731>
-

MÉTHODOLOGIE DE L'APPROCHE PAR L'UTILISATION DES DONNÉES (OPTION B)

Source des données

Les données utilisées dans cet article proviennent des rapports sur le marché des communications (*Communication Market Reports*) de l'Ofcom. Nous utilisons ici les rapports portant sur les années 2016, 2017 et 2018. Bien que les données de ces rapports soient disponibles pour l'ensemble de la période 2010-2017, elles manquent pour les lignes fixes et le haut débit mobiles pour certaines années. Nous extrapolons les valeurs manquantes en estimant des fonctions de croissance exponentielle. Le tableau A1-1 ci-dessous décrit les données utilisées pour construire le déflateur de l'option B.

Tableau A1-1 – Données utilisées dans la construction du déflateur de l'option B

	Revenus totaux déclarés par les opérateurs (Mds £)	Appels fixes (Mds de minutes)	Appels mobiles (Mds de minutes)	SMS et MMS (Mds de messages)	Utilisation des données fixes (Po)	Utilisation des données mobiles (Po)
2010	40.5	123.0	131.1	129	2 352.0	79.0
2011	39.5	111.1	131.3	150	4 222.8	98.9
2012	38.8	103.1	132.1	151	6 016.8	239.3
2013	37.7	93.2	133.7	129	8 208.0	347.3
2014	36.7	82.2	137.3	110	16 495.2	541.7
2015	37.1	73.9	143.0	101	28 750.8	880.3
2016	37.6	64.8	151.2	91	40 233.6	1 270.1
2017	38.1	53.6	148.6	77	59 280.0	1 877.1

Source : Ofcom, calculs des auteurs.

Construction du déflateur

La construction du déflateur de l'option B commence par la conversion de tous les appels et messages texte en octets de données. Nous utilisons ici des taux de conversion de 480 Ko/min pour les appels vocaux et de 140 octets par message texte. Nous regroupons ensuite tous les volumes dans un indicateur unique pour obtenir la quantité totale de données utilisées dans l'ensemble des produits de télécommunication. Nous divisons le revenu total des services de télécommunications par le volume total pour obtenir une valeur unitaire et indexer ces valeurs unitaires pour obtenir un déflateur, de sorte que :

$$I_t = \frac{R_t/Q_t}{R_0/Q_0}$$

où I_t est l'indice du déflateur au cours de la période t , R est le revenu total des services de télécommunications et Q est le volume total des données utilisées pour tous les types de services de télécommunications (exprimé en octets de données).

ANNEXE 2

MÉTHODOLOGIE DES IPPS AMÉLIORÉS DES OPTIONS A.1-A.3

Sources des données

Les données utilisées pour les déflateurs des options A.1-A.3 proviennent des tableaux de données et des rapports sur le marché des télécommunications publiés par l'Ofcom pour les années 2016, 2017 et 2018. Elles sont complètes pour les années 2010-2017, à l'exception des données sur les lignes fixes et le haut débit qui ne sont disponibles que jusqu'en 2011. Les chiffres de 2010 sont estimés en ajustant une fonction de croissance exponentielle. Le tableau A2-1 ci-dessous présente les données utilisées pour la construction des déflateurs des options A.1-A.3.

Tableau A2-1 – Données utilisées dans la construction des déflateurs des options A

Données des lignes fixes des particuliers

	Revenus					Volumes				
	Appels nationaux au Royaume-Uni	Appels internationaux	Appels vers des mobiles	Autres appels	Frais d'accès	Appels nationaux au Royaume-Uni	Appels internationaux	Appels vers des mobiles	Autres appels	Nombre de lignes
2010	935	293	849	824	3 259	65 134	4 850	5 642	14 736	23 752
2011	787	237	675	742	3 375	56 083	4 570	4 471	13 066	23 872
2012	723	198	566	659	3 706	51 985	4 111	3 902	11 506	24 462
2013	673	155	488	620	3 964	46 191	3 455	3 351	10 681	24 970
2014	577	132	430	620	4 148	40 766	3 015	2 940	9 028	25 549
2015	498	123	369	604	4 462	35 586	2 749	2 735	8 855	26 075
2016	428	111	270	596	4 776	30 471	2 169	2 811	7 826	26 482
2017	362	89	228	543	4 969	24 705	1 550	2 587	6 126	26 661

Données des lignes fixes des entreprises

	Revenus					Volumes				
	Appels nationaux au Royaume-Uni	Appels internationaux	Appels vers des mobiles	Autres appels	Frais d'accès	Appels nationaux au Royaume-Uni	Appels internationaux	Appels vers des mobiles	Autres appels	Nombre de lignes
2010	393	181	628	252	1 743	23 229	2 346	6 205	7 948	9 658
2011	302	143	554	195	1 768	18 483	1 899	5 875	7 449	9 381
2012	265	132	466	193	1 640	17 045	1 756	5 490	7 280	8 754
2013	233	116	408	173	1 778	14 666	1 470	5 023	7 130	8 377
2014	208	103	333	208	1 654	14 394	1 401	4 720	5 915	7 988
2015	188	91	293	185	1 556	12 818	1 294	4 356	5 453	7 647
2016	198	77	259	211	1 580	11 456	1 131	4 069	4 888	7 083
2017	189	68	213	212	1 496	9 988	964	3 665	3 997	6 437

Données mobiles

	Revenus								
	Lignes fixes au Royaume-Uni	Appels			Internationaux	Autres	Texte	Données	Offres groupées
		Mobiles							
	« on-net »	« off-net »							
2010	638	607	1 228	353	1 355	2 578	1 731	6 415	
2011	650	542	1 093	486	2 092	2 573	2 247	5 926	
2012	639	420	924	594	1 093	2 420	2 506	7 311	
2013	574	316	694	637	992	1 807	2 651	7 826	
2014	486	375	518	598	901	1 298	2 734	8 332	
2015	395	315	434	523	685	773	1 758	10 337	
2016	313	280	364	453	586	713	1 772	10 883	
2017	253	243	296	415	437	642	1 731	11 550	

	Volumes						
	Appels					Texte	Données
	Lignes fixes au Royaume-Uni	Mobiles		Internationaux	Autres		
		« on-net »	« off-net »				
2010	31.999	44.528	38.074	2.051	8.296	129.012	79
2011	31.71	43.45	41.57	5.5	7.41	151	98.88
2012	31.47	41.62	43.6	7.86	7.74	171.88	239.328
2013	32.36	40.57	47.04	7.92	5.84	129.44	347.34
2014	32.07	39.29	51.59	6.98	7.43	109.61	541.728
2015	33.22	39.59	56.18	6.49	7.51	101.01	880.296
2016	33.78	42.98	60.65	5.94	7.82	90.95	1270.08
2017	32.59	43.85	59.53	4.72	7.95	77.23	1877.112

Notes : les revenus sont exprimés en millions de livres sterling, les appels en milliards de minutes, les messages texte en milliards de messages, les données en pétaoctets, le nombre de lignes en milliers. Les données sur les revenus de téléphonie mobile pour les appels, les messages texte et les données correspondent aux revenus des offres non groupées.

Source : Ofcom, calculs des auteurs.

Construction des déflateurs

Comme pour le déflateur de l'option B, la méthode appliquée pour les options A.1-A.3 utilise des valeurs unitaires. Ces valeurs reposent sur des agrégats de faible niveau qui sont eux-mêmes agrégés avec des pondérations basées sur les volumes ou sur les revenus. La formule générale utilisée pour la construction de tous les indices est la suivante :

$$I_t = \sum_i \frac{W_{i,t-1} \left(\frac{R_t^i}{Q_t^i} \right)}{\left(\frac{R_{t-1}^i}{Q_{t-1}^i} \right)} / \sum_i W_{i,t-1}$$

où I_t est le déflateur final de la période considérée, R et Q sont, respectivement, les revenus et les volumes totaux pour chacun des éléments i et W_i est le poids de l'élément i dans l'indice final.

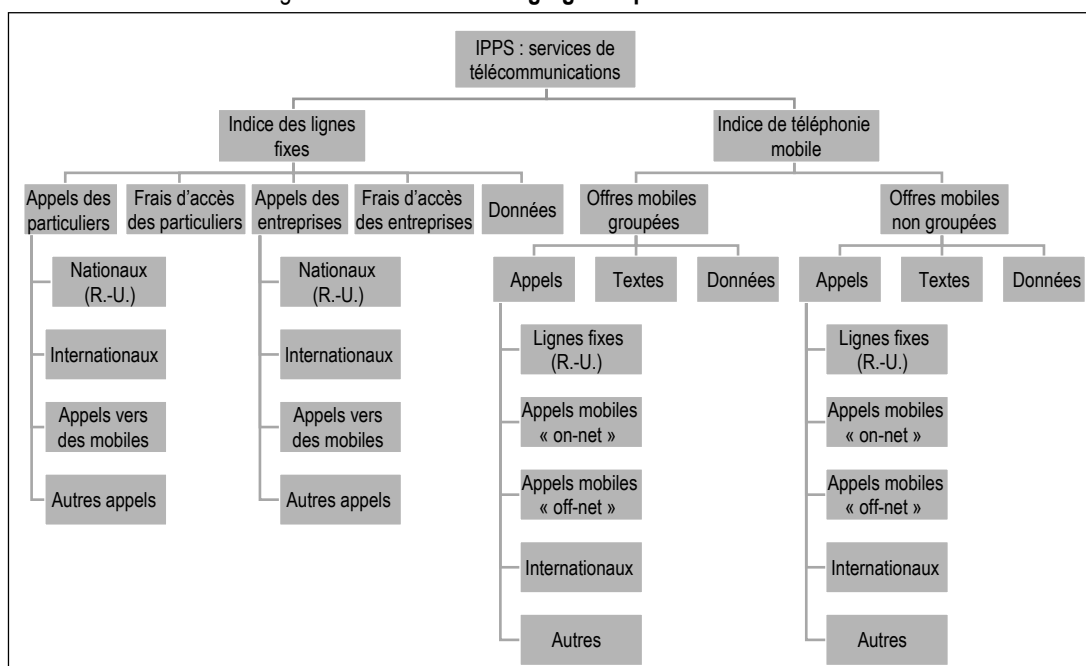
L'indice est ensuite chaîné chaque année, de sorte que :

$$I_{CL,t} = \left(\sum_i \frac{W_{i,t-1} \left(\frac{R_t^i}{Q_t^i} \right)}{\left(\frac{R_{t-1}^i}{Q_{t-1}^i} \right)} / \sum_i W_{i,t-1} \right) \times I_{CL,t-1}$$

Construction du déflateur de l'option A

La structure d'agrégation du déflateur de l'option A est présentée à la figure A2-I.

Figure A2-I – Structure d'agrégation pour l'IPPS amélioré



Cette structure d'agrégation est comparable à celle actuellement utilisée pour l'IPPS des services de télécommunications du Royaume-Uni, avec l'ajout principal des items 'ligne fixe' et 'haut débit mobile'.

Les valeurs unitaires sont calculées pour chaque item, puis agrégées avec une pondération basée sur les revenus. Cette opération est simple pour la plupart des items, mais présente quelques difficultés pour un petit nombre d'entre eux. S'agissant des lignes fixes, il est difficile de déterminer un volume approprié à partir duquel construire des valeurs unitaires pour les frais d'accès. Pour l'option A, nous utilisons le nombre d'abonnés comme volume correspondant. S'agissant de la téléphonie mobile, nous sommes confrontés à un décalage entre les revenus et les volumes correspondants. Les données sur les volumes contiennent l'utilisation totale, mais les données correspondantes ne sont pas disponibles sur les revenus à un tel niveau de granularité puisque les revenus des offres groupées ne sont pas décomposés par type de service. Pour résoudre ce problème, nous imputons une décomposition des revenus et des volumes de téléphonie mobile en supposant que la répartition des revenus des offres groupées par type de service (parts des appels, des messages texte et des données) est identique à celle des revenus des offres non groupées.

Nous devons également répartir les volumes totaux de données entre les offres groupées et non groupées. Ici encore, nous faisons l'hypothèse que la répartition des volumes (d'appels, de messages et de données) entre les offres groupées et non groupées est identique à celle des revenus.

Option A.1

La structure d'agrégation du déflateur de l'option A.1 est représentée dans la figure A2-II.

La structure d'agrégation est comparable à celle de l'option A, à ceci près, notamment, qu'elle exclut les frais d'accès aux lignes fixes. Ces frais sont redistribués sur les services de lignes fixes individuels à l'aide des pondérations par les revenus. Le tableau A2-2 ci-dessous présente les poids-revenu utilisés pour répartir les frais d'accès au cours d'une année donnée. On constate que le poids de l'item 'données' augmente rapidement, passant d'environ 43 % en 2010 à environ 77 % en 2017.

Figure A2-II – Structure d'agrégation pour le déflateur de l'option A.1

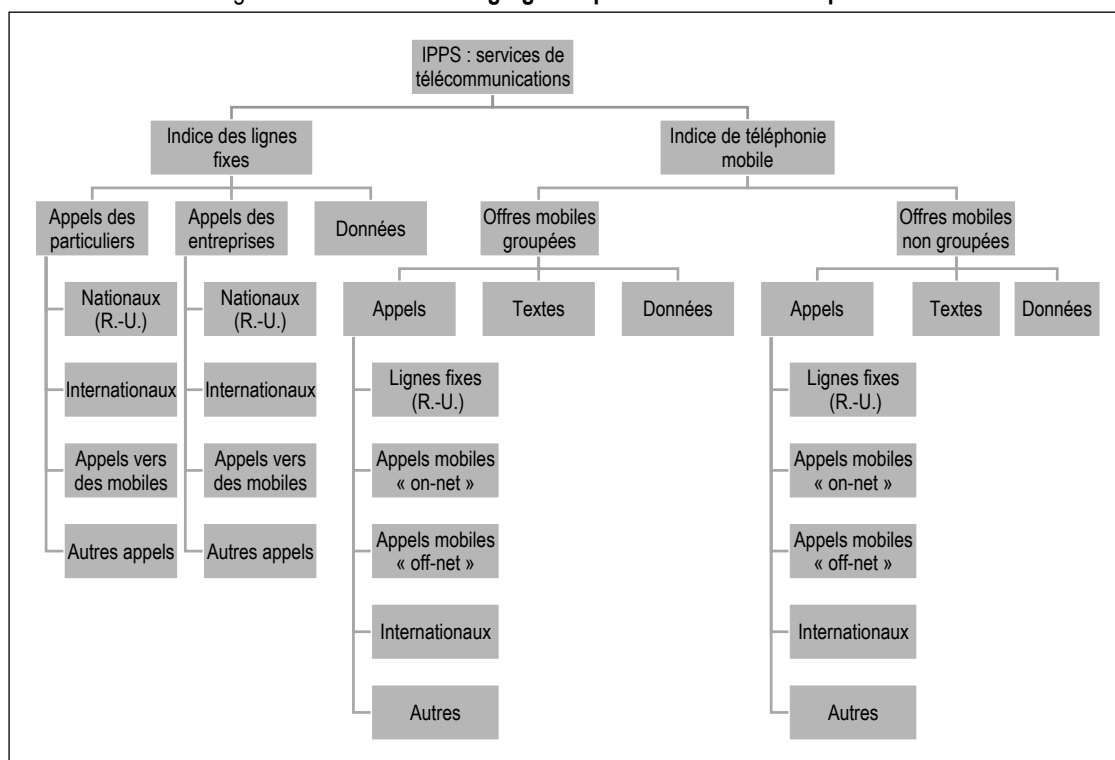


Tableau A2-2 – Pondérations des revenus pour la répartition des frais d'accès

	Particuliers				Entreprises				Données
	Appels nationaux au Royaume-Uni	Appels internationaux	Appels vers des mobiles	Autres appels	Appels nationaux au Royaume-Uni	Appels internationaux	Appels vers des mobiles	Autres appels	
2010	0.123059	0.038563	0.11174	0.10845	0.051724	0.023822	0.082653	0.033167	0.426823
2011	0.108021	0.03253	0.092649	0.101845	0.041452	0.019628	0.07604	0.026765	0.501071
2012	0.101859	0.027895	0.07974	0.092843	0.037334	0.018597	0.065652	0.027191	0.54889
2013	0.097849	0.022536	0.070952	0.090143	0.033876	0.016866	0.05932	0.025153	0.583305
2014	0.080303	0.018371	0.059844	0.086287	0.028948	0.014335	0.046345	0.028948	0.63662
2015	0.066358	0.01639	0.049169	0.080482	0.025051	0.012126	0.039042	0.024651	0.686732
2016	0.053821	0.013958	0.033952	0.074947	0.024898	0.009683	0.032569	0.026533	0.729638
2017	0.043891	0.010791	0.027644	0.065837	0.022916	0.008245	0.025826	0.025704	0.769147

Option A.2

La structure d'agrégation du déflateur de l'option A.2 est la même que celle de l'option A.1. La seule différence entre les déflateurs des options A.1 et A.2 tient au choix des pondérations. Alors que le déflateur de l'option A.1 utilise une pondération basée sur les revenus, le déflateur de l'option A.2 utilise une pondération basée sur les volumes. Le tableau A2-3 ci-dessous indique les poids-volume utilisés dans la répartition des frais d'accès de l'option A.2. L'utilisation des poids-volume implique l'affectation de presque tous les revenus issus des frais d'accès aux services de données. Les services de données représentaient environ 97 % des pondérations des volumes en 2010, et près de 100 % en 2017.

Tableau A2-3 – Pondérations des volumes dans la répartition des frais d'accès

	Particuliers				Entreprises				Données
	Appels nationaux au Royaume-Uni	Appels internationaux	Appels vers des mobiles	Autres appels	Appels nationaux au Royaume-Uni	Appels internationaux	Appels vers des mobiles	Autres appels	
2010	0.012949	0.000964	0.001122	0.00293	0.004618	0.000466	0.001234	0.00158	0.974138
2011	0.006295	0.000513	0.000502	0.001467	0.002075	0.000213	0.000659	0.000836	0.987441
2012	0.004113	0.000325	0.000309	0.00091	0.001349	0.000139	0.000434	0.000576	0.991844
2013	0.002687	0.000201	0.000195	0.000621	0.000853	8.55E-05	0.000292	0.000415	0.994651
2014	0.001183	8.75E-05	8.53E-05	0.000262	0.000418	4.07E-05	0.000137	0.000172	0.997614
2015	0.000593	4.58E-05	4.56E-05	0.000148	0.000214	2.16E-05	7.26E-05	9.09E-05	0.998769
2016	0.000363	2.59E-05	3.35E-05	9.33E-05	0.000137	1.35E-05	4.85E-05	5.83E-05	0.999227
2017	0.0002	1.25E-05	2.09E-05	4.96E-05	8.08E-05	7.8E-06	2.97E-05	3.24E-05	0.999566

Option A.3

La structure d'agrégation du déflateur de l'option A.3 est illustrée à la figure A2-III.

Comme le déflateur de l'option A.2, le déflateur de l'option A.3 utilise des poids-volume pour répartir les frais d'accès aux lignes fixes. Cependant, contrairement aux autres déflateurs, le déflateur de l'option A.3 répartit également les revenus des offres groupées de téléphonie mobile en appliquant des poids-volume. Le tableau A2-4 donne les poids-volume utilisés dans la répartition des revenus des offres groupées de téléphonie mobile. Comme on peut le constater, le poids de l'élément 'données' augmente rapidement, passant d'environ 57 % en 2010 à plus de 96 % en 2017. En revanche, les messages texte traditionnels ne se voient affecter que des poids négligeables tout au long de notre période d'évaluation.

Figure A2-III – Structure d'agrégation pour le déflateur de l'option A.3

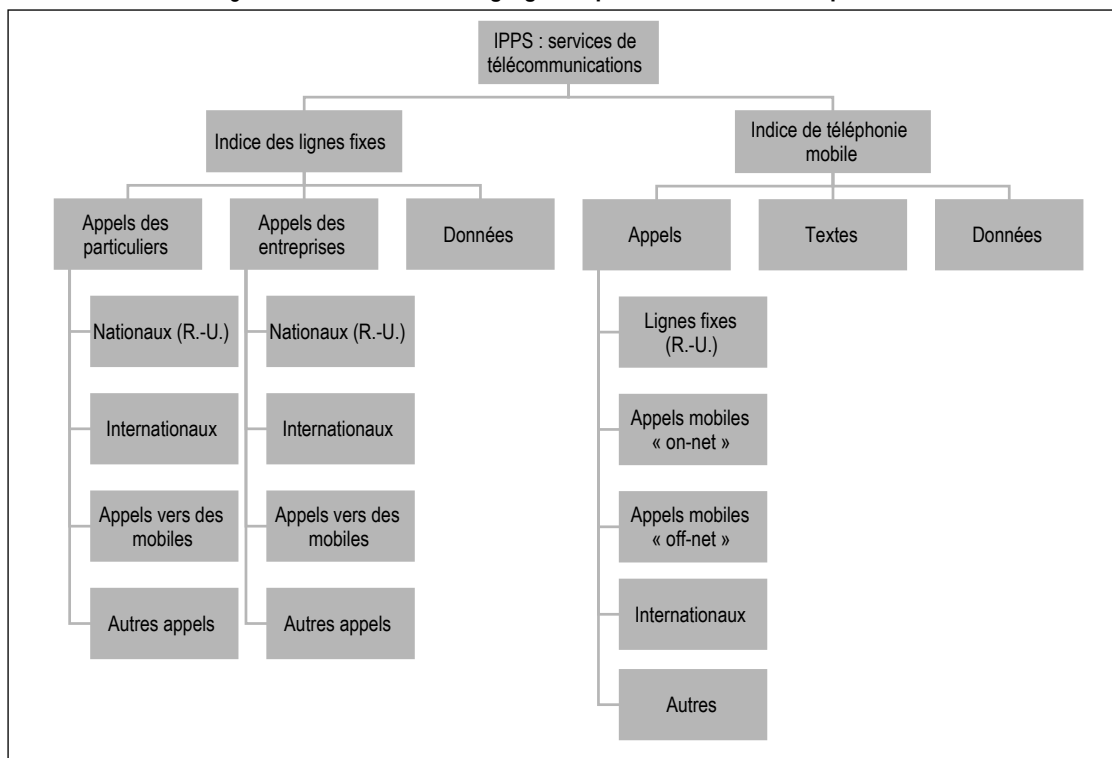


Tableau A2-4 – Pondérations des volumes utilisées dans la répartition des revenus des offres groupées de téléphonie mobile

	Appels lignes fixes au Royaume-Uni	Appels mobiles « on-net »	Appels mobiles « off-net »	Appels internationaux	Autres appels	Texte	Données
2010	0.110506	0.153773	0.131485	0.007083	0.028649	0.00013	0.568374
2011	0.094464	0.129437	0.123837	0.016384	0.022074	0.000131	0.613672
2012	0.049878	0.065965	0.069103	0.012458	0.012267	7.95E-05	0.790249
2013	0.037742	0.047318	0.054864	0.009237	0.006811	4.4E-05	0.843983
2014	0.025332	0.031035	0.040751	0.005513	0.005869	2.53E-05	0.891475
2015	0.016803	0.020026	0.028417	0.003283	0.003799	1.49E-05	0.927657
2016	0.012076	0.015365	0.021682	0.002124	0.002796	9.48E-06	0.945947
2017	0.008028	0.010802	0.014665	0.001163	0.001958	5.55E-06	0.963377

