

La croissance est-elle sous-estimée ?

Didier Blanchet, Marie-Baïanne Khder, Marie Leclair,
Raphaël Lee, Héléne Poncet, Nicolas Ragache*

Une interprétation possible du ralentissement de la croissance économique est l'hypothèse dite de l'« erreur de mesure ». La croissance resterait soutenue mais sous des formes qui échapperaient aux sources de données traditionnelles : dématérialisation et renouvellement accéléré d'un grand nombre de biens et services, déconnexion croissante entre leurs prix et leurs valeurs d'usage avec pour cas limite celui des nouveaux services gratuits. La mesure de la croissance serait également perturbée par les effets de la mondialisation. Elle permet des réallocations rapides et artificielles des revenus de la production, avec des risques de biais en miroir : une croissance artificiellement surestimée dans certains pays et sous-estimée dans les autres.

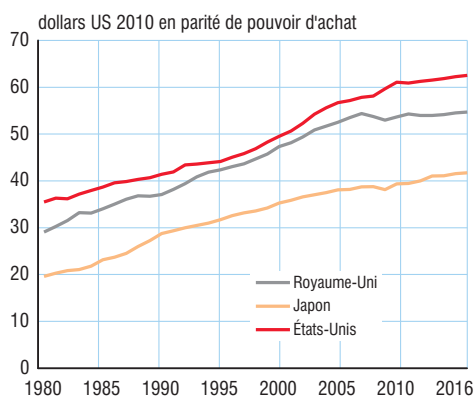
Ces conjectures rouvrent des questions régulièrement débattues depuis la création des comptes nationaux : le périmètre du PIB, la pratique et les fondements théoriques des partages volumes-prix, la pertinence de la notion de produit « intérieur ». Y répondre oblige à repreciser ce qu'on souhaite mesurer et dans quels buts. La comptabilité nationale sert à la régulation macroéconomique conjoncturelle, au pilotage et à la surveillance des finances publiques. Elle vise aussi à informer sur le rythme auquel s'améliorent les conditions de vie des populations. Les problèmes de mesure ne se posent pas dans les mêmes termes selon l'utilisation qui est privilégiée, et il n'est pas évident qu'ils se soient intensifiés sur la période récente.

Des questions à mettre en regard des usages du PIB

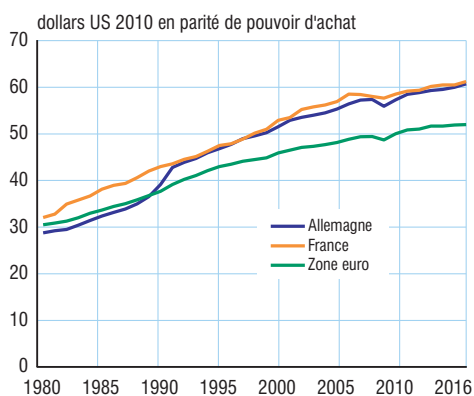
La croissance économique s'est très nettement infléchie depuis une vingtaine d'années (*figure 1*). Ce phénomène semble tendanciel et ne serait pas uniquement dû à la crise de 2008-2009 et à ses séquelles. Dans le cas de la France, une simple extrapolation visuelle suggère que la productivité horaire du travail serait actuellement inférieure d'environ 20 % à ce qu'elle aurait été si elle avait continué à évoluer au rythme moyen des années 1980 à 2000. Byrne *et al.* [2016] ou Syverson [2017] donnent des ordres de grandeur comparables pour les États-Unis : un décrochage d'environ 19 % en 2015 selon Syverson, soit 3 400 milliards de dollars d'« *output* manquant » sur un PIB total évalué à 18 000 milliards de dollars. Le même calcul appliqué à la France aurait donné à la même date un chiffre de plus de 400 milliards d'euros, pour un PIB total évalué à 2 181 milliards. Or, ce freinage est souvent perçu comme contradictoire avec un flux d'innovations qui semble loin de se tarir. On serait de nouveau confronté au paradoxe qu'avait pointé Solow à la fin des années 1980 : des nouvelles technologies qu'on voit partout autour de nous, sauf dans les chiffres de la croissance. Avant de s'interroger sur le ralentissement de la productivité, la question première serait donc de savoir si une part du phénomène ne tient pas à un problème de mesure : la croissance effective serait toujours soutenue, mais elle aurait pris des formes qui échapperaient à l'appareil statistique, l'« *output* manquant » serait un artefact.

* Didier Blanchet, Marie-Baïanne Khder, Marie Leclair, Raphaël Lee, Héléne Poncet, Nicolas Ragache, Insee.

1. Productivité horaire du travail



Source : Bergeaud, Cette et Lecat [2016].



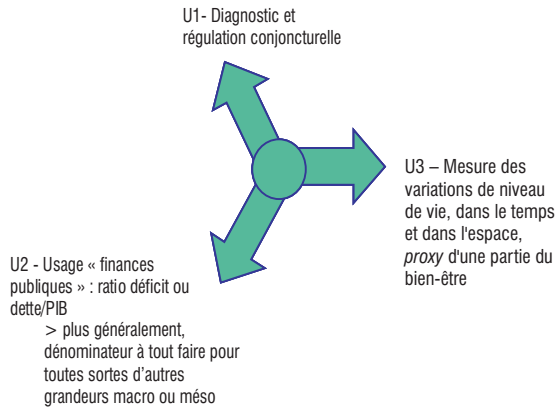
Cette thèse fait une large place aux problèmes de mesure de l'économie numérique, mais la question est plus générale. C'est celle de la capacité de la comptabilité nationale à rendre compte d'une économie dans laquelle biens et services se renouvellent à un rythme rapide et prennent des formes de plus en plus variées, dont certaines échappent à l'échange marchand traditionnel. Le problème est à la fois celui du périmètre du PIB – est-il toujours adéquat ? – et celui de bien mesurer le « volume » de ce qui est produit au sein de ce périmètre [Bean, 2016 ; Coyle, 2016 ; Aghion *et al.*, 2017 ; Feldstein, 2017].

À ces questions peut se rajouter une difficulté croissante à bien localiser la production. Ce que le PIB cherche à mesurer est la production effectuée sur un territoire donné. Or, une production qui est de plus en plus immatérielle devient plus difficile à localiser, avec la possibilité d'amplifications artificielles de la croissance dans les pays où les firmes choisissent de localiser leurs actifs intangibles, contrebalancées par des réductions apparentes de cette croissance dans les autres pays. L'exemple emblématique est celui de la croissance hors norme affichée par l'Irlande entre 2014 et 2015, due au déplacement vers ce pays de revenus de multinationales sans rapport avec la production effectivement réalisée sur le territoire irlandais. Dans ce cas d'espèce, il est probable que les revenus correspondants étaient initialement localisés dans des pays où ils étaient mal ou pas du tout enregistrés, auquel cas le transfert n'aurait pas eu d'effet négatif sur la croissance mesurée ailleurs dans le monde. Mais, en règle générale, ce type de transfert peut être à l'origine de biais en miroir : une croissance surestimée dans les pays receveurs correspondant à autant d'« output manquant » dans les pays où ces revenus auraient dû être normalement localisés.

L'objectif du présent dossier est de faire le point sur ces différents problèmes. On se référera à ce que sont les usages du PIB car les problèmes de mesure ont des enjeux variables selon celui ou ceux qu'on veut privilégier. On distinguera trois grands usages ou classes d'usages (figure 2). Le premier (U1) est l'aide à la régulation macroéconomique conjoncturelle, qui a joué un grand rôle dans le développement de la comptabilité nationale. Le deuxième (U2) est le recours au PIB comme dénominateur de référence pour un grand nombre d'autres grandeurs macroéconomiques. L'exemple qui vient naturellement à l'esprit est celui des ratios dette publique/PIB et déficit public/PIB, mais le PIB sert aussi de dénominateur pour beaucoup d'autres indicateurs : échanges extérieurs, répartition de la valeur ajoutée, structure productive, etc.

Enfin, le PIB par tête ou certains de ses dérivés sont utilisés comme indicateurs du niveau de vie des populations, jusqu'à parfois être interprétés comme indicateurs de bien-être. Sur ce point, il faut évidemment rappeler qu'économistes et comptables nationaux ont depuis longtemps convergé sur le fait que le PIB n'est pas une mesure de ce bien-être [Vanoli, 2002],

2. La comptabilité nationale : plusieurs usages



Source : auteurs.

il en est au plus une composante. Mais il est souvent considéré qu'il en est une composante suffisamment importante pour en constituer un *proxy* informatif. Certaines des caractéristiques du PIB s'expliquent dans une large mesure par cet usage niveau de vie/bien-être qu'on qualifierait d'usage U3. Le passage du PIB marchand au PIB global incluant la production des administrations publiques permet d'intégrer leur contribution aux conditions de vie de la population. L'inclusion dans le PIB des loyers imputés que les ménages propriétaires se versent fictivement à eux-mêmes n'apporte rien aux usages U1 et U2, il se comprend mieux au regard de l'objectif U3 : on ne veut pas d'un PIB qui suggérerait que le niveau de vie se dégrade lorsque la proportion de propriétaires s'accroît, comme il le ferait si on ne prenait en compte que les flux monétaires entre bailleurs et locataires. C'est aussi cet usage U3 qui justifie les efforts réalisés pour calculer des PIB/tête exprimés en parités de pouvoir d'achat, visant à mieux mesurer les écarts internationaux de niveau de vie.

C'est au regard de ces trois usages qu'on va discuter les trois principaux problèmes de mesure soulevés ici. On débutera par la question des partages volume-prix, puis on abordera celle de la localisation de la production, avant de discuter les limites du périmètre conventionnellement retenu pour le PIB : faudrait-il et peut-on s'en affranchir ?

Partages volume-prix et renouvellement des biens et services : comment sont-ils gérés ?

Les agrégats de la comptabilité nationale s'expriment alternativement en valeur et en volume. Ce sont les volumes qui informent sur le signe et la rapidité de la croissance économique. Mais la notion de volume est une notion abstraite [Vanoli, 2002] qui est à la fois difficile à évaluer et à « faire parler », d'autant plus que le passage des valeurs aux volumes est une opération complexe qui ne se résume pas à la division des premières par un indice général des prix. Ce sont différents indices et leurs sous-composantes qui sont appliqués poste par poste : composantes de l'indice des prix à la consommation (IPC) pour la plupart des éléments de la demande finale des ménages, composantes de l'indice des prix de production industrielle (IPPI) ou de prix de vente industriels (IPVI) pour la production, l'investissement, les exportations et les importations, et estimation par solde pour le prix des consommations intermédiaires.

Rentrer dans le détail de ces opérations dépasse le cadre du présent dossier¹, qui va donc se concentrer sur les principes généraux. Quels que soient les indices employés, mesurer un volume revient à agréger les quantités d'un grand nombre de biens et services. Le principe de calcul de ces volumes est bien établi dans le cas simple d'une liste invariante de biens et services. L'évolution des prix est dans ce cas la moyenne des changements des prix des biens pondérés par leurs quantités et, symétriquement, celle des quantités est la moyenne des évolutions des quantités de chaque produit, pondérées par leurs prix, la combinaison des deux permettant de retrouver les évolutions en valeur. Les résultats peuvent différer selon le système de prix qui est utilisé comme référence mais, depuis que les comptes nationaux pratiquent le chaînage des évolutions annuelles de volumes, ce problème n'est plus que de second ordre. Les pondérations des prix ou des quantités sont revues chaque année, ce qui permet de prendre en compte l'essentiel des effets de substitution qui résultent des variations de prix relatifs. Par effets de substitution, on entend le fait qu'un individu peut compenser la hausse du prix d'un bien en se reportant en partie sur des biens substituables aux prix moins dynamiques, d'une façon qui modère sa perte de bien-être. On se rapproche ainsi de la notion théorique d'indice de prix « à utilité constante » [Magnien et Pognard, 2000 ; Sillard, 2017], terme qui signale d'ailleurs bien l'adhérence qui existe entre la notion de volume et les notions d'« utilité » ou de bien-être dérivés des paniers de biens produits ou consommés. Un volume n'est pas une mesure du bien-être, mais il est impossible à conceptualiser hors de toute référence à cette notion de bien-être.

Ce qui complique l'exercice est le renouvellement des biens. Ce problème est d'autant plus présent que c'est par ce renouvellement que passe une bonne partie de la croissance [Lequiller, 2000]. Il n'est évidemment pas ignoré par les comptes nationaux et les statisticiens des prix. Ceux-ci mobilisent diverses techniques, en essayant de mobiliser la plus adaptée à chaque cas de figure.

Une première possibilité est de rajouter le nouveau produit à la liste de produits déjà suivis dans l'indice, sans se poser la question du recouvrement ou des effets de substitution avec les produits existants. Une fois ce produit intégré, on suit l'évolution de son prix avec un poids qui évolue en fonction de sa part dans le budget des ménages, toujours en application du principe de chaînage. Ce qu'on va manquer sera uniquement ce que ce nouveau produit a apporté au niveau de vie jusqu'à la date qui suit sa première année d'inclusion dans l'indice, puisque c'est seulement à partir de cette date qu'on prendra en compte l'évolution de son prix. On considère que cette perte d'information restera limitée si les produits en question sont des produits très innovants dont la première mise sur le marché est à prix élevé avec une faible diffusion initiale. On peut penser aux effets du premier caméscope, du premier lecteur de DVD, du tout premier smartphone. Ce qu'il importe de capter pour ces produits est la baisse ultérieure de leur prix et la démocratisation qui l'accompagne.

Le cas des biens qui ne sont que partiellement innovants soulève la question de la comparaison avec les biens déjà en place. Le cas typique est celui de l'apparition d'une nouvelle génération d'un produit existant. C'est d'ailleurs une des formes sous laquelle se fait la diffusion progressive des biens initialement très innovants : ce n'est pas seulement le même bien qui voit son prix baisser progressivement, ce sont de nouvelles générations de ce bien qui se succèdent les unes aux autres. Là, l'enjeu est d'identifier ce qui dans les écarts de prix apparents correspond à de véritables écarts de prix et ce qui correspond à des écarts de qualité. La méthode par défaut est celle du recouvrement qui fait l'hypothèse que tous les écarts de prix lors de la période de coexistence des produits correspondent à des écarts de qualité. L'hypothèse est que, si un nouveau bien est un substitut de biens existants, les prix des uns et des autres vont devoir s'ajuster pour être concurrentiels, d'une manière qui prendra spontanément en compte les écarts de qualité : les prix des biens en place n'auront pas à s'ajuster si un prix plus bas du nouveau bien traduit une qualité moindre de ce bien², ou si son prix élevé correspond à un meilleur service

1. Voir Aeberhardt et Bidault [2018] pour la présentation complète des partages volumes-prix en base 2014 des comptes nationaux.

2. Ce cas n'est pas marginal : selon Guédès [2004], ce sont 39 % des produits nouveaux qui afficheraient une baisse plutôt qu'une hausse de la qualité.

rendu. En revanche, ils devront baisser si le nouveau bien a un meilleur rapport qualité-prix. C'est cet effet de transmission qui permettra de retracer l'impact global du nouveau bien sur le prix moyen acquitté. Il ne s'agit évidemment que d'une hypothèse. Elle sera mise en défaut lorsque certains prix ne sont pas fixés de manière concurrentielle. Le cas du prix des taxis en est un exemple. Lorsque les voitures de transport avec chauffeur (VTC) se développent, le prix des taxis n'évolue pas puisqu'il est fixé de manière réglementaire. L'introduction des VTC qui ont été pris comme un produit nouveau dans l'IPC n'a donc pas eu de conséquence à la baisse sur le prix des transports routiers de voyageurs car, en l'absence de prix de marché, le statisticien était démuné pour mesurer les écarts de qualité entre VTC et taxis. L'alternative aurait été de considérer qu'il s'agissait du même bien, mais elle aurait été elle aussi discutable car les deux services n'étaient pas entièrement substituables. On peut par ailleurs avoir le cas d'un producteur d'un nouveau bien jouant sur l'attrait de la nouveauté pour le surtarifier temporairement, sans que le service rendu soit à la hauteur de ce nouveau prix, avant de progressivement revoir son prix à la baisse : dans ce cas, la méthode diagnostiquera une stabilité puis une baisse du prix à qualité constante là où il y a eu hausse puis retour au niveau d'origine. Il peut à l'inverse le sous-tarifier pour l'installer sur le marché, puis revoir son prix à la hausse. En moyenne sur tous ces cas de figure, il est impossible de dire lesquels des différents biais prédomineront, mais le fait qu'ils soient de signe variable joue dans le sens de la réduction du biais global.

Pour mieux gérer ces générations successives de produits rendant des services de même nature, une méthode alternative est celle des prix hédoniques. Le principe est d'évaluer la qualité des générations successives de matériels par quelques caractéristiques objectives pouvant être suivies dans le temps et dont on mesure comment elles sont valorisées par les consommateurs, en analysant les écarts de prix instantanés entre produits présentant des niveaux variables de ces caractéristiques. L'intérêt de cette technique a beaucoup été mis en avant lors de la première révolution des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) dont l'effet a surtout transité par la puissance croissante des matériels. En France, les premiers travaux avaient eu lieu au début des années 1990 [Moreau, 1992] et la méthode hédonique a été appliquée aux prix des micro-ordinateurs et de leurs périphériques.

Mais cette méthode hédonique n'est pas non plus sans limites. En premier lieu, elle suppose elle aussi une hypothèse de marchés concurrentiels : cette hypothèse est nécessaire pour que les écarts de prix instantanés entre biens de caractéristiques variables révèlent bien la valeur de ces caractéristiques. La méthode peut aussi surestimer l'apport des nouveaux produits si l'accroissement des capacités n'a qu'un faible impact sur le service rendu aux utilisateurs. Elle ne gère pas les changements qualitatifs tels que l'ajout d'une nouvelle fonctionnalité. Et elle n'est applicable qu'à des produits dont la qualité peut effectivement se ramener à un ensemble réduit de telles fonctionnalités. Ceci explique qu'elle soit *in fine* davantage utilisée pour des biens plus traditionnels, en premier lieu le logement, et aussi certains types d'électroménager : c'est sur ces biens que l'Insee en a ciblé l'usage. Elle est en revanche clairement inapplicable à des services de la nouvelle économie tels que les abonnements aux services de téléphonie mobile qui se laissent difficilement résumer par un petit nombre de caractéristiques. Pour ces services, la piste retenue en France a plutôt été d'approcher la notion d'indice de prix dit « à utilité constante » ou plus exactement « à usage constant », en calculant de combien évolue d'une année sur l'autre la dépense requise pour continuer à bénéficier d'un service identique [Magnien, 2003]. Pour ce faire, on identifie des profils types de consommation de services de téléphonie et, au sein des offres de forfaits disponibles à chaque date, on sélectionne celle de moindre coût. C'est l'évolution moyenne de ce coût minimal qui sert à mesurer l'évolution du prix.

Cette méthode alternative appelle à son tour plusieurs précautions. La modélisation du comportement d'optimisation des consommateurs amène dans la pratique certaines simplifications qui ne sont pas sans incidence sur la mesure de l'indice des prix. Par exemple, supposer que le consommateur peut changer sa formule d'abonnement dès que se présente une offre moins coûteuse n'est pas réaliste et risque de surestimer le gain réellement retiré des évolutions tarifaires, du moins à court terme. Pour limiter ce problème, on suppose que cette mobilité ne s'opère qu'entre forfaits proposés par l'opérateur dont l'individu est déjà client, en ne prenant

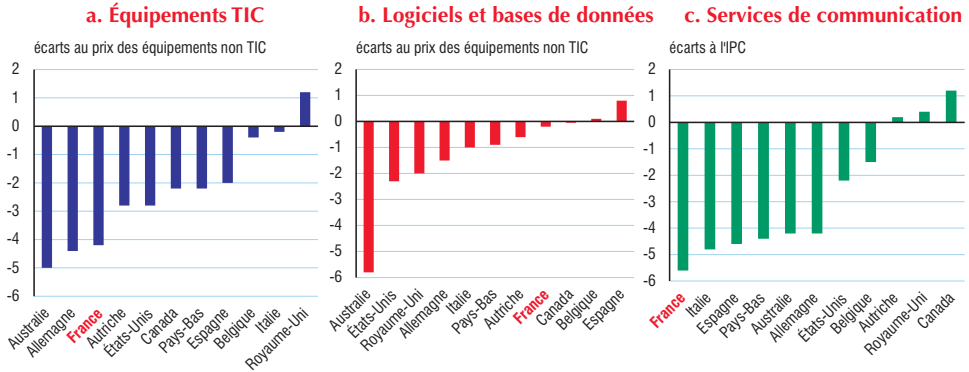
donc pas en compte les mobilités entre opérateurs, ce qui revient à traiter chaque opérateur comme proposant un produit différent. Cette hypothèse était tout à fait valide avec la structure initialement très segmentée du marché de la téléphonie mobile, avec des coûts de migration entre opérateurs élevés du fait notamment de la non-portabilité des numéros. Elle est également acceptable lorsque la concurrence est stable et force les opérateurs à aligner leurs offres tarifaires. Elle a en revanche posé un problème ponctuel lors de l'arrivée sur le marché d'un quatrième opérateur de téléphonie mobile, en 2012-2013, du type de celui mentionné plus haut pour le cas des VTC. Cet opérateur a tout de suite pris une part de marché importante, baissant le prix effectivement acquitté en moyenne, au point de conduire à une réduction du chiffre d'affaires nominal du secteur, mais sans qu'il y ait eu baisse immédiate comparable des tarifs des opérateurs en place. Tant que le tarif des autres opérateurs ne s'était pas ajusté, diviser un chiffre d'affaires nominal en baisse par un indice de prix calculé sur les opérateurs en place conduisait à une baisse des volumes, à rebours de l'impact qui était attendu de l'ouverture du marché. Ceci a temporairement conduit les comptes nationaux à une approche directe des volumes, leur évaluation sur la base d'indicateurs de quantités comme les durées de communication et les nombres d'envois de SMS [Bessone *et al.*, 2014].

Tous ces exemples illustrent bien à la fois la difficulté des partages volume-prix et les efforts qui sont faits pour les gérer au mieux. Les produits nouveaux sont effectivement pris en compte, et on choisit au cas par cas la méthode de traitement qui semble la plus adaptée, sous contrainte de faisabilité. Les sources de biais n'en restent pas moins nombreuses, principalement dues au fonctionnement non concurrentiel des marchés. Une façon d'évaluer leur impact agrégé est de confronter les évolutions de prix estimées par des techniques différentes dans différents pays ou différents producteurs de données. Cette méthode ne permet pas de quantifier un biais qui serait partagé par l'ensemble de ces pays ou producteurs d'indices, mais elle apporte néanmoins des éléments de diagnostic intéressants. C'est notamment cette méthode qu'avait utilisée Lequiller [2000] pour évaluer quelle était l'implication sur la mesure de la croissance du plus fort recours aux méthodes hédoniques à l'époque observé aux États-Unis : il avait constaté que neutraliser la différence de méthodes entre la France et les États-Unis ne conduisait à réviser la croissance française que de + 0,04 % par an sur la période 1995-1998.

Pour la période récente, cette méthode de *benchmarking* a été systématiquement appliquée aux principaux pays de l'OCDE [Ahmad *et al.*, 2017]. La démarche est d'utiliser pour chacun des biens ou services de la nouvelle économie l'évolution la plus basse parmi l'ensemble des évolutions de prix évaluées dans les différents pays de l'OCDE. Des écarts significatifs sont de fait observés d'un pays à l'autre pour les prix des investissements en actifs TIC, en logiciels et bases de données et pour les prix des services de communication (*figure 3*). On relève que la France fait partie des pays enregistrant de fortes baisses à la fois pour les équipements TIC et les services de communication. Les prix du pays le « mieux disant » sur chaque poste sont ensuite appliqués pour corriger les PIB en volume de l'ensemble des pays (*figure 4*). Trois scénarios de correction sont appliqués selon que la correction porte sur les seuls prix de la demande finale, sur les seuls prix des importations, ou l'ensemble des deux. La distinction est importante car corriger une surestimation des seuls prix des importations conduit à réviser à la baisse plutôt qu'à la hausse le volume de ce qui est produit sur place, à volume donné de la demande finale. La correction apportée au taux de croissance annuel du PIB va de 0,02 à 0,37 point si on ne redresse que le prix de la demande finale (0,16 point pour la France), de 0,02 à 0,22 point si on corrige à la fois le prix de la demande finale et celui des importations (0,12 point dans le cas de la France).

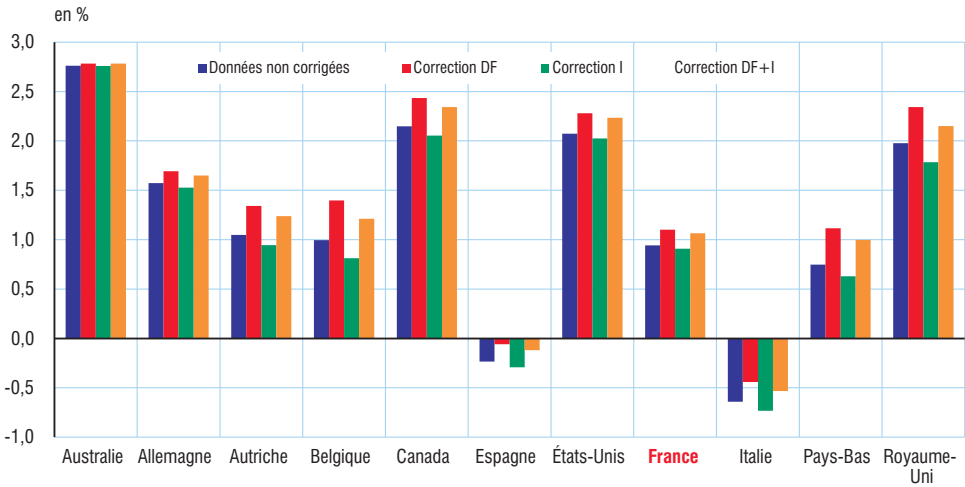
Une étude limitée aux États-Unis apporte elle aussi des éclairages intéressants en relativisant, comme l'avait fait Lequiller [2000], l'impact du recours aux méthodes hédoniques. Byrne *et al.* [2016] proposent diverses corrections des taux de croissance constatés sur les périodes 1995-2004 et 2004-2014 en s'appuyant sur des évaluations de prix des biens ou services TIC issues de calculs plus approfondis que ceux que peut mettre en œuvre le *Bureau of Labor Statistics* (BLS), dans les délais et avec les contraintes de moyens qui sont les siens. Les ajustements sont assez significatifs, plus forts que ceux obtenus par Ahmad *et al.* [2017], mais plutôt plus faibles en seconde sous-période : ils rajoutent de 0,27 à 0,49 point de croissance

3. Indices nationaux de prix, investissements en actifs TIC et consommation de services de communication



Source : Ahmad, Ribarsky et Reinsdorf [2017].

4. Croissance du PIB non corrigée et corrigée en utilisant les prix des pays où les baisses de prix sont les plus fortes (évolutions annuelles moyennes, période 2005-2010)



Note : correction DF = prix de la demande finale uniquement ; correction I = prix des importations uniquement ; correction DF+I : ensemble des deux.
Source : Ahmad, Ribarsky et Reinsdorf [2017].

annuelle moyenne à la productivité apparente du travail entre 1995 et 2004, et seulement de 0,13 à 0,19 point sur la période 2004-2014 : une raison de cette baisse est que, d'une période à l'autre, une part croissante de ces produits sont devenus des produits d'importation.

Un troisième chiffrage est celui de Groshen *et al.* [2017] qui combine et actualise différentes estimations des biais pouvant affecter les prix de tous les types de biens et services, incluant notamment les dépenses de santé, un domaine dans lequel la mesure des effets qualité représente également un enjeu important. Ils retiennent une surestimation de la dynamique des prix allant jusqu'à 12 % par an pour le prix des ordinateurs et de leurs périphériques, de 6,5 % par an pour les services rendus par l'Internet et de 0,5 % à 1,2 % par an pour différents

postes de la dépense médicale. Ces biais sont importants, surtout les premiers mais, une fois pondérés par les parts de ces postes dans la dépense totale, la correction du biais est de seulement 0,4 point de croissance par an, et cette correction est relativement stable entre les sous-périodes 1995-2004 et 2004-2014.

C'est au même ordre de grandeur qu'arrivent enfin Reinsdorf et Schreyer [2017] qui s'intéressent à trois types de biais : l'insuffisant contrôle des effets de qualité dans le renouvellement des biens et services digitaux, l'impact du remplacement de biens classiques par des biens digitaux (CD et DVD par des services de *streaming*) et enfin la façon dont le digital facilite les arbitrages du consommateur entre variétés d'un même bien ou d'un même service. Ils appliquent des estimations hautes de ces biais à une classification des biens ou services selon le degré auquel ils y sont exposés. Le biais total maximal est à nouveau de l'ordre de 0,4 point de croissance annuelle.

Un point commun de ces chiffres est le rôle des effets de pondération : les biais sont probables sur un certain nombre de postes mais, même en leur donnant des ampleurs importantes, l'impact macroéconomique est amorti par le fait qu'ils ne s'appliquent qu'à une part limitée de la consommation ou de la production. L'effet obtenu s'avère ainsi insuffisant pour expliquer le ralentissement de la croissance, même dans les hypothèses hautes, *a fortiori* lorsqu'il s'avère que des biais d'ampleur comparable préexistaient à cette période de ralentissement. C'est d'ailleurs le message également dominant de travaux plus théoriques qui s'éloignent davantage du mode de calcul concret des prix par les instituts nationaux de statistiques : ils concluent également au caractère relativement permanent du biais de mesure (*encadré 1*).

Encadré 1

Mismeasurement et renouvellement des produits : approches théoriques

Plusieurs travaux tentent de donner des ordres de grandeur du phénomène de *mismeasurement* en combinant données empiriques et modélisations théoriques du processus de renouvellement des biens. Ces modélisations théoriques partent du principe que le but de la mesure est de quantifier l'évolution de l'utilité que le consommateur moyen retire de son panier de biens. Elles tirent donc explicitement dans la direction d'une lecture « bien-être » de la comptabilité nationale qui va au-delà de ce que celle-ci prétend mesurer.

Broda et Weinstein [2010] estiment ce type de modèle théorique en mobilisant des données de caisse comportant à la fois les prix et les quantités de biens achetés. Ces données leur permettent de souligner l'ampleur du phénomène d'apparition et disparition de produits. L'évolution de leur indice de prix est inférieure de 0,8 point à celle de l'indice des prix à la consommation (IPC) mesuré par le *Bureau of Labor Statistics*, un ordre de grandeur qui était déjà celui mis en avant dans les années 1990 par le rapport Boskin [1996]. Ils constatent aussi que cet écart augmente (respectivement diminue) pendant les phases d'expansion économique (respectivement de ralentissement économique), la raison étant que les phases d'expansion favorisent l'apparition de nouveaux

produits. Redding et Weinstein [2016] vont plus loin en proposant une notion d'indice de prix généralisant la notion traditionnelle d'indice de prix à utilité constante. Leur généralisation consiste à également autoriser des changements de préférences des agents en réponse aux déformations des systèmes de prix. Leur indice de prix comprend ainsi deux corrections : la première est relative à l'entrée et la sortie des produits et la deuxième aux changements de préférences.

Aghion *et al.* [2017] font pour leur part le lien entre cette problématique du renouvellement des produits et la problématique schumpétérienne de la destruction créatrice. Ils distinguent pour cela trois types d'innovations : premièrement, les entreprises actives innover sur les produits qu'elles produisent déjà (innovation par les *incumbents*), deuxièmement des entreprises déjà actives ou des entreprises souhaitant entrer sur le marché innover sur des produits auparavant proposés par leurs concurrents (ce qui correspond au processus normal de destruction créatrice), et enfin de nouveaux produits sont créés *ex nihilo* (accroissement du nombre de variétés de produits).

Aghion *et al.* [2017] supposent que les instituts nationaux de statistique (INS) mesurent correctement l'impact de l'innovation par les *incumbents*

Encadré 1 (suite)

mais appliquent l'évolution des prix observés sur les produits existants aux produits issus de la destruction créatrice et aux nouveaux produits. Or, ces produits sont de qualité supérieure puisque ayant supplanté les produits concurrents pré-existants. Leur prix doit donc être corrigé d'un plus fort effet qualité. Cette surestimation des prix par les INS conduirait à sous-estimer la croissance du PIB en volume. La « croissance manquante » serait d'autant plus importante que le saut de qualité entre les nouveaux produits et les produits existants est grand. Sur données américaines, ils trouvent que la croissance du PIB serait sous-estimée de 0,6 % par an sur 1983-2013, dont 0,7 % par an sur 1983-1995, 0,4 % par an sur 1996-2005 et 0,7 % par an sur 2006-2013. Une transposition récente aux données françaises donne un ordre de grandeur équivalent : une croissance manquante d'environ 0,4 % par an sur 2006-2013 [Aghion *et al.*, 2018].

Toutefois, la façon dont la comptabilité nationale prend en compte le renouvellement et l'amélioration de la qualité des produits diffère de celle présentée dans Aghion *et al.* [2017]. La distinction entre produits introduits par les firmes en place et produits introduits par des nouvelles firmes ne vaut que pour la part des partages volume-prix qui repose sur les indices de prix de production ou de vente industriels. Elle ne vaut pas pour les composantes du PIB qui sont déflatées sur la base de l'IPC puisque celui-ci traite de la même manière l'ensemble des nouveaux produits, quelle que soit leur origine. Les auteurs font également l'hypothèse que l'apport

des nouveaux produits se limite à leur impact à l'introduction. Or, une bonne partie des effets de baisse des prix intervient au cours du cycle de vie de ces produits, d'une manière qui est mécaniquement captée par les INS. L'agrégat estimé par les auteurs est par ailleurs une fonction CES sur un continuum de produits avec une élasticité de substitution uniforme entre l'ensemble de ces produits, ce qui est une stylisation très forte de ce que mesurent les comptes nationaux, avec des résultats qui s'avèrent assez sensibles au calibrage de cette élasticité de substitution. Dans la pratique, le chaînage des indices rend compte de schémas de substitution progressive qui sont mieux fondés empiriquement. Enfin, mais c'est une remarque qui vaut pour l'ensemble de cette littérature, le biais de mesure des prix mis en avant par Aghion *et al.* [2017] va à rebours de l'écart qui existe entre inflation ressentie et mesures traditionnelles de l'inflation, puisque l'IPC est en général suspecté de sous-estimer plutôt que de surestimer la hausse des prix.

Ainsi, même si ces travaux offrent des pistes de recherche à approfondir, il est difficile d'en tirer des messages définitifs sur les biais qui affecteraient la mesure des prix et celle de la croissance. Au demeurant, les biais qu'évaluent ces approches sont plutôt des biais structurels permanents qui ne se seraient pas spécialement amplifiés sur la période récente. Il se peut que la comptabilité nationale « manque » structurellement une partie des effets positifs de la destruction créatrice, mais ce phénomène ne serait pas nouveau. Le ralentissement de la croissance reste bien réel.

Que retenir dès lors sur cette problématique du partage volume-prix, au regard des trois usages mentionnés *supra* ? Elle est de toute manière neutre pour l'usage U2 : les ratios dette ou déficit/PIB sont directement calculés sur les valeurs nominales, sans incidence des partages volume-prix. L'erreur de mesure sur ce partage est potentiellement plus dommageable pour le pilotage macroéconomique conjoncturel. Une mesure incorrecte de l'inflation fausse le ciblage de la politique monétaire, un taux de croissance sous-estimé peut conduire à surestimer le besoin de soutien de l'activité. Toutefois, s'agissant du soutien de l'activité, son besoin ne s'évalue pas sur le seul niveau constaté de la croissance du PIB réel. Les macroéconomistes s'intéressent plutôt à l'écart entre cette croissance et son niveau potentiel. Ce dernier est lui-même difficile à évaluer, mais la mesure de son écart avec le PIB réel est *a priori* peu sensible à des biais des partages volume-prix qui seraient relativement stables au cours du temps ou en évolution lente, comme il semble qu'ils le soient.

Reste le fait qu'on sous-estimerait l'amélioration tendancielle de la productivité et des conditions de vie de la population, ce qui renvoie à l'usage U3, mais ceci n'est qu'un aspect d'une problématique plus large de mesure du rythme auquel s'améliorent ces conditions de vie, qui suppose de s'interroger également sur le périmètre du PIB. Nous y reviendrons dans un troisième temps, après avoir abordé la problématique de la localisation de la production.

Une production de plus en plus difficile à localiser ?

La problématique de la localisation de l'activité n'est pas non plus un sujet neuf [Lipsey, 2010], mais elle a pris un relief inédit à l'occasion de la publication en juillet 2016 de la première révision des chiffres de la croissance irlandaise pour la période 2014-2015. Leur première estimation issue des comptes trimestriels donnait une croissance de 7 %, la première estimation des comptes annuels l'a portée à 26,3 %, soit + 67 milliards d'euros, avec à la clé des évolutions tout aussi spectaculaires de plusieurs autres indicateurs de la comptabilité nationale : une croissance de 97,8 % pour la production industrielle, de 102,4 % pour les exportations, de 40,0 % pour le stock de capital productif mais, en revanche, une croissance de seulement 4,5 % pour la consommation intérieure de biens et services.

Une telle évolution a posé un problème évident du point de vue irlandais. Elle en pose aussi, par ricochet, pour la crédibilité des chiffres de croissance pour les autres pays. Mais, tout d'abord, comment analyser le phénomène ? L'émergence de processus de productions mondialisés se traduit par une nouvelle géographie de la production. Les centres de recherche et développement (R&D), de conception, de fabrication, d'assemblage, de commercialisation et de facturation ne coïncident plus obligatoirement. Dans cette nouvelle organisation, l'Irlande offre la caractéristique d'être ce que l'on peut appeler un « centre immatériel » pour de nombreuses entreprises de haute technologie, dans le numérique, le médicament ou autres. Les multinationales basées en Irlande y concentrent les revenus des actifs intangibles (données, droits de propriété) et des services associés (marketing, facturation, etc.), ce qui résulte de la conjonction de plusieurs facteurs : l'existence d'une fiscalité favorable et des coûts compétitifs, combinés avec l'appartenance à la zone euro et la protection juridique qui va avec.

Qu'enregistre le PIB dans un tel cas de figure ? Conceptuellement, la comptabilité nationale enregistre les échanges correspondant à des changements de propriété. C'est à cette notion de propriété qu'on se réfère pour localiser l'activité. Si une multinationale placée dans un pays A fait produire sous licence un téléphone portable par une usine d'un pays B à bas coût puis le vend dans un troisième pays C, la comptabilité nationale du pays A comptera comme flux d'importations la rémunération qu'elle verse au pays B pour la production de ce téléphone ainsi que la valeur des intrants qui y sont incorporés, et comme exportation le produit de sa revente au pays C. La différence entre les exportations et les importations correspondra principalement à la rémunération des actifs immatériels localisés dans le pays A, et elle alimentera le PIB du pays A même si le téléphone en question n'en franchit jamais les frontières car directement livré de B vers C : ce résultat s'explique par le fait que c'est le pays A qui est formellement propriétaire de l'appareil jusqu'à ce qu'il soit vendu, sa « production » correspondant à ce que le consommateur final est prêt à payer pour l'ensemble du capital immatériel incorporé au produit.

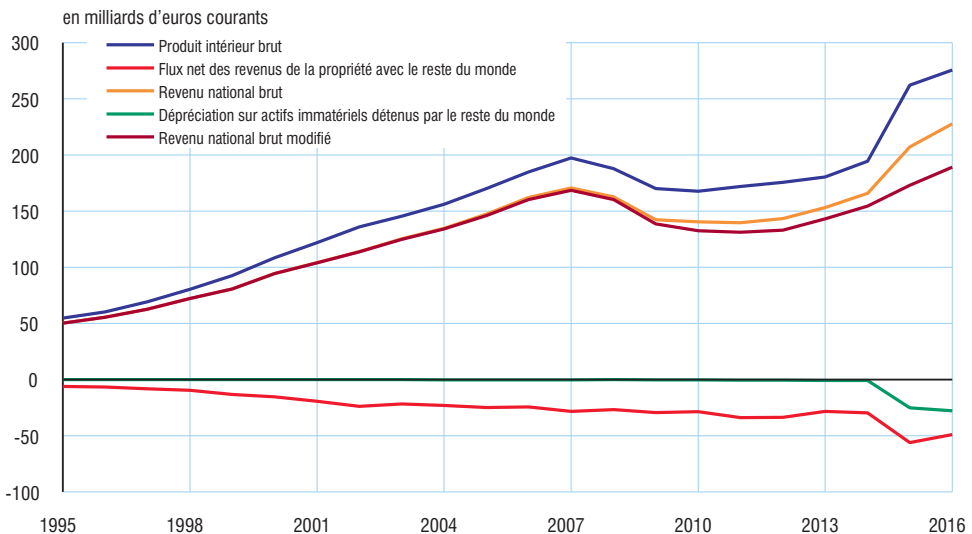
Supposons alors que la multinationale décide de déplacer l'unité détentrice de ce capital immatériel du pays A vers un pays A' et que ce pays A' soit l'Irlande : le produit intérieur brut et les exportations irlandaises vont enregistrer une hausse brutale, qui fera écho à une hausse tout aussi brutale du capital immatériel qui y est comptabilisé. Le secret statistique n'a pas permis au *Central Statistical Office* (CSO) irlandais de divulguer quelle(s) entreprise(s) multinationale(s) a (ont) été à l'origine de ce bond de la croissance, mais on sait en revanche que c'est bien ce type de mécanisme qui a été à l'œuvre.

Cette évolution atypique a évidemment suscité de nombreuses réactions. Une commission a été mise en place en Irlande, présidée par le gouverneur de sa banque centrale, à la fois pour s'assurer que le CSO avait bien respecté les normes internationales de calcul du PIB, et pour proposer des solutions à cette perte de lisibilité de l'indicateur [ESRG, 2016]. Du point de vue de l'application des règles, un débat porte notamment sur la mise en œuvre du critère de propriété, sur lequel les textes laissent une certaine marge d'interprétation : faut-il se contenter d'une définition juridique, comme l'a fait le CSO, ou faut-il essayer d'utiliser une notion de propriété économique, promue par les manuels internationaux de comptabilité nationale et en principe plus satisfaisante, mais aussi plus difficile à définir et appliquer ?

S'agissant des solutions, la piste retenue par l'Irlande a été de mettre en avant un indicateur alternatif au PIB. Il y avait déjà longtemps que les comptables nationaux considéraient que le niveau de vie en Irlande était mieux mesuré par son revenu national brut (RNB) que par son PIB. Le RNB corrige le PIB en intégrant les flux entrants de rémunération des capitaux détenus à l'étranger par des résidents irlandais, et en excluant les flux qui quittent l'Irlande au profit des actionnaires étrangers des firmes multinationales qui y sont implantées, tenant ainsi compte de ce qu'elle n'est qu'un lieu de transit temporaire pour ces flux de revenus. Mais cette correction ne faisait qu'atténuer le choc de 2014-2015 sans le corriger complètement (figure 5), une partie des revenus additionnels de cette période étant restés immobilisés en Irlande. D'où l'application d'une seconde correction, le passage à un RNB* intégrant aussi la dépréciation du surcroît de capital intangible qui a été à l'origine du choc sur le PIB, mais au prix d'hypothèses conventionnelles sur l'ampleur de cette dépréciation : l'évaluation de la dépréciation du capital est déjà difficile pour le capital physique, ce qui explique que les indicateurs de production ou de revenu nets ne soient pas davantage mis en avant par les comptables nationaux ; elle est encore plus arbitraire et fragile dans le cas des actifs immatériels.

Ceci ayant été détaillé, ce qui nous intéresse ici est plutôt l'effet en miroir de ce type de flux de revenus sur la mesure de la croissance dans les grands pays sujets à optimisation fiscale. Quantifier le phénomène se heurte à l'absence de sources statistiques sur les entreprises qui soient à la fois harmonisées et partageables entre les différents pays. On dispose néanmoins d'éléments de réponse pour le pays présumé le plus exposé à cet effet de fuite de la croissance, à nouveau les États-Unis, et qui tendent à relativiser l'idée qu'il suffirait à expliquer le ralentissement de la croissance. Un calcul proposé par Guvenen *et al.* [2017] consiste à évaluer ce que serait le PIB des États-Unis si on lui réattribuait les retours sur investissements directs à l'étranger résultant de l'optimisation par les multinationales américaines de la localisation de leurs revenus. Ils procèdent selon la méthode dite du « *formulary apportionment* » pratiquée par les fiscalistes : elle ventile les profits mondiaux des multinationales américaines dans chacun

5. Évolutions du PIB et du revenu national brut irlandais



Note : le graphique reporte le PIB, le revenu national brut (RNB) et un revenu national brut corrigé (RNB*), sur lequel communique désormais l'institut statistique irlandais. Les deux courbes du bas donnent les deux principales composantes des écarts entre ces indicateurs. Le RNB retranche du PIB les revenus de la propriété reversés aux résidents étrangers. Le RNB* ajoute une correction tenant compte de la dépréciation des actifs immatériels localisés en Irlande. D'autres facteurs d'écart jouent de façon plus secondaire et ne sont pas reportés sur le graphique.

Source : Central Statistical Office.

de leurs pays d'opération en fonction de (i) la part de masse salariale que représente le pays concerné dans la masse salariale totale de la multinationale, et (ii) la part que le pays représente en termes de ventes à des entités non affiliées³ réalisées par la multinationale. Bien que l'étude conclue à la ré-imputation dans le PIB américain de 65 % des retours sur investissements directs à l'étranger, l'impact final sur le PIB reste d'ampleur limitée : sur 2004-2014, cet ajustement revient à relever le niveau du PIB de 260 milliards de dollars par an en moyenne, soit 1,5 % du PIB courant de 2014. En termes de croissance du PIB, la correction est également limitée. Elle atténue le ralentissement de la croissance de la productivité observé depuis 2004, mais ne le remet pas en cause : la croissance annuelle de la productivité du travail diffusée par le *Bureau of Labor Statistics* devrait après imputation être majorée de 0,1 % sur la période 1994-2004, de 0,25 % sur la période 2004-2008, et serait inchangée après 2008, à comparer avec une croissance annuelle moyenne de la productivité du travail de 3,0 % sur la période 1994-2004, et de 1,4 % sur la période 2004-2014. Plus ponctuellement, on peut aussi citer l'expérience du *Homeland Investment Act* qui, en 2005, avait provoqué le rapatriement aux États-Unis des deux tiers d'une masse totale de fonds estimée à 486 milliards de dollars de l'époque, pesant 3,7 % du PIB de l'époque, sans impact observable sur la croissance de ce dernier ni sur celle du RNB.

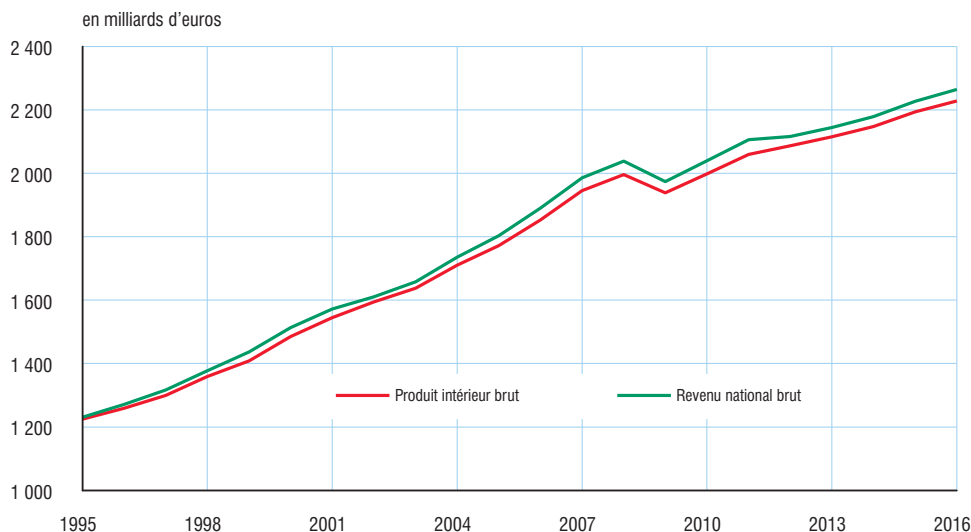
L'étude de Guvenen *et al.* [2017] ne peut être reproduite à l'identique sur le cas français, en l'absence d'une enquête comparable à celle qu'ils ont mobilisée. Un élément de preuve indirecte peut néanmoins être avancé. Supposons en effet que les comportements optimisateurs des multinationales françaises aient un impact sur les agrégats macroéconomiques, et qu'ils soient en recrudescence du fait du rôle croissant des actifs intangibles. Si le taux d'impôt sur les sociétés est plus élevé en France, les multinationales françaises pourraient être incitées à enregistrer la propriété juridique de leurs actifs intangibles au sein de filiales étrangères soumises à une moindre fiscalité. Après avoir diminué leur revenu imposable en France, les maisons-mères françaises se rémunéreraient sous la forme de dividendes ou de bénéfices réinvestis. Cette rémunération des investissements directs à l'étranger (IDE) serait comptabilisée dans le RNB mais pas dans le PIB, en sens inverse de l'écart PIB-RNB constaté dans le cas de l'Irlande : le RNB devrait être supérieur au PIB et croître plus vite que lui, divergeant ainsi de ce dernier. Or, il s'avère que cela n'est qu'assez peu le cas : l'écart est certes dans le sens attendu mais il est faible et ne s'accroît que très modérément avec le temps (*figure 6*). On pourrait objecter que les bénéfices réinvestis des IDE des multinationales françaises sont enregistrés du point de vue de l'économie française nets de la dépréciation du capital. Les actifs immatériels se dépréciant plus rapidement que le capital physique « classique », l'apparente stabilité de l'écart entre PIB et RNB pourrait résulter d'une hausse de la dépréciation des actifs dont les filiales étrangères des multinationales françaises sont propriétaires, par exemple du fait d'une hausse de la part des actifs immatériels détenus par ces filiales. Néanmoins, *a priori* que la croissance française serait systématiquement pénalisée par ce type de comportement d'optimisation peut aussi se discuter, car la France compense son taux élevé d'impôts sur les sociétés par l'existence des dispositifs fiscaux favorables à la R&D qui peuvent aussi en faire un pays attractif pour un certain nombre d'investissements immatériels. Ainsi, d'après le rapport annuel publié en 2016 par la Banque de France sur la balance des paiements et la position extérieure de la France, les commissions pour usage de la propriété intellectuelle dégagent un excédent de 2,1 milliards d'euros⁴.

Au total, si la mondialisation pose des problèmes de mesure indéniables, l'ampleur de ces problèmes de mesure n'est pas la même selon la taille des pays. Dans le cas de l'Irlande, ce sont clairement l'ensemble des trois usages U1, U2 et U3 qui sont remis en cause. Le PIB n'y est plus d'une grande aide pour le pilotage de la politique macroéconomique, et il informe encore moins qu'il ne le faisait auparavant sur l'évolution du niveau de vie de la population

3. Les entités non affiliées renvoient aux consommateurs finaux ou à des entreprises hors du groupe. Les ventes aux entités affiliées ne sont pas considérées car le « prix de vente » peut être manipulé par la multinationale à des fins d'optimisation de sa charge fiscale, problématique désignée sous le nom de prix de transferts.

4. Ce solde est volatil mais excédentaire depuis au moins 2013.

6. PIB et revenu national brut français



Source : Insee.

irlandaise, *a fortiori* de son bien-être. Tout au plus pourrait-il continuer à aider au pilotage des finances publiques : le surcroît de production localisée en Irlande élargirait la base taxable de l'État irlandais. Mais ce résultat est en partie en trompe-l'oeil : ce surcroît de ressources n'arrive sur le territoire irlandais que dans la mesure où il y est très peu taxé, l'apport en ressources taxables n'est donc pas à la hauteur des 26,3 % de PIB supplémentaires. Il pourrait refluer au gré de mesures prises par les autres pays pour rapatrier les capitaux des multinationales concernées, telles que celles du *Tax Cuts and Jobs Act* voté en décembre 2017 aux États-Unis.

Dans les grands pays, l'effet reste à ce stade plus limité et n'est pas de nature à remettre en cause aucun des usages U1, U2 et U3 du PIB. Ce qui représente un choc de grande ampleur pour une petite économie telle que celle de l'Irlande va apparaître beaucoup plus dilué pour un grand pays. Mais le phénomène pourrait finir par y devenir à son tour un enjeu de mesure. Selon la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement [UNCTAD, 2018] le stock de bénéfices non rapatriés qui est visé par le *Tax Cuts and Jobs Act* est de 3 200 milliards de dollars, sept fois celui qui était la cible du *Homeland Investment Act* de 2005 rappelé plus haut. De plus, les conséquences du *Tax Cuts and Jobs Act* sur le PIB et le RNB américains pourraient être plus profondes qu'un pur rapatriement des bénéfices puisqu'il introduit également des incitations fiscales à relocaliser les sièges sociaux, l'activité, et la propriété des actifs intangibles aux États-Unis⁵. Le *Tax Policy Center* [Gale et al., 2018] estime néanmoins que l'ensemble des réformes fiscales du TCJA n'augmenterait le PIB des États-Unis que de l'ordre de 0,3 % à 0,9 % les trois premières années, et que l'impact sur le RNB serait d'ampleur encore plus faible.

Ceci étant, quelle que soit l'importance quantitative du problème, les grands pays ne peuvent être indifférents à la façon dont le cas irlandais affecte la crédibilité de l'indicateur : le fait qu'il puisse évoluer dans un petit pays de façon totalement déconnectée de ce qu'il est

5. Le *Tax Cuts and Jobs Act* introduit par exemple (i) une taxe minimum sur les « excès » de bénéfices enregistrés dans les filiales étrangères des multinationales américaines dite « *Global Intangible Low-Taxed Income Tax* » (ii) une nouvelle déduction fiscale sur les revenus tirés d'actifs intangibles détenus aux États-Unis, dite « *Foreign-Derived Intangible Income deduction* » et (iii) une taxe sur les charges déductibles payées depuis les États-Unis aux filiales étrangères dite « *Base Erosion and anti-Abuse Tax* ».

supposé mesurer – une production locale – fragilise sa lecture pour l’ensemble des pays. Mais un avantage paradoxal de cette situation peut être de forcer à reclarifier ce qu’on cherche exactement à mesurer, et la façon de le qualifier (encadré 2). Ce qui rend l’évolution irlandaise aberrante aux yeux des utilisateurs est l’habitude de voir le PIB comme une mesure d’une notion « substantielle » de production : un agrégat combinant des tonnes d’aciers, des litres de lait, et des nombres de *smartphones*, avec les prix comme clé d’agrégation supposée représenter les utilités relatives attribuées à ces différents biens par les utilisateurs finaux. Or, ce qui est mesuré est quelque chose d’un peu différent : ce sont avant tout et de plus en plus des flux monétaires, sans contrepartie physique mesurable. Ce qu’on appelle production locale dans un système globalisé, ce sont les revenus que tirent les différents pays de leur positionnement dans les chaînes mondiales de valeur, positionnement que les firmes multinationales peuvent faire évoluer de manière rapide, au gré des incitations fiscales. S’il est clairement très difficile d’admettre que la production effective puisse s’être restructurée aussi vite que suggérée par les chiffres irlandais de 2014-2015, cette volatilité est bien plus compréhensible si on raisonne en termes de revenus, *a fortiori* s’agissant de revenus d’un facteur immatériel localisable en n’importe quel endroit. Reste néanmoins pour la comptabilité nationale à mieux isoler ce qui dans ces revenus devenus très fluctuants constitue le vrai noyau de ressources stables sur lequel peut compter l’économie d’un pays – ce que le RNB* irlandais tente d’approcher – et un ensemble de revenus « flottants », pour lesquels l’idée d’attache territoriale ou nationale est devenue beaucoup moins opérationnelle. Diverses initiatives ont été prises au niveau international pour avancer sur ces sujets, à l’OCDE et à Eurostat. Elles portent à la fois sur les aspects conceptuels du problème [OCDE, 2018] et sur leur versant opérationnel, avec l’objectif d’une meilleure mutualisation des informations détenues par les différents instituts nationaux de statistique.

Encadré 2

Qu’est-ce qu’une production « locale » ? Problèmes conceptuels, problèmes de vocabulaire

Au-delà des solutions palliatives qui peuvent lui être apportées, le cas irlandais illustre des questions générales qui doivent interroger la comptabilité nationale. Localiser la production est-il toujours possible ? La théorie économique fournit-elle des règles pour le faire de manière rigoureuse ?

On peut essayer de répondre à ces questions en revenant au concept de base de fonction de production qui relie le produit aux inputs que sont le capital K, le travail L ainsi que des facteurs de production immatériels I. Il n’y a pas d’ambiguïté sur le lieu de production tant que tous ces facteurs de production sont localisés au même endroit : la production se mesure « en sortie d’usine ». Ce n’est plus le cas lorsque plusieurs facteurs interviennent depuis plusieurs endroits différents. Dire ce qui est produit aux différents endroits nécessite une décomposition additive des contributions de chaque facteur. Or, une fonction de production $F(K, L, I)$ ne se laisse pas décomposer de cette manière, sauf si elle est elle-même linéaire, c’est-à-dire dans le cas de substituabilité parfaite où le même bien peut être produit indifféremment

avec uniquement du capital, uniquement du travail, ou uniquement des actifs immatériels. Cette hypothèse n’a pas de sens et il y a donc bien un problème de localisation de la production dès que K, L et I ou leurs différentes sous-composantes ne sont pas tous rassemblés au même endroit. Les règles de ventilation de type « *formulary apportionment* » auxquelles recourent Guvenen *et al.* [2017] permettent au mieux de donner une idée de l’ampleur des phénomènes de réallocation, mais il s’agit de règles conventionnelles impossibles à justifier en remontant au concept de fonction de production.

Ce qu’on peut fonder théoriquement est un autre type de ventilation, une ventilation du revenu généré par la production plutôt qu’une ventilation de la production elle-même. C’est ce que fait la comptabilité nationale lorsqu’elle calcule le partage de la valeur ajoutée. Ce partage mesure ce que chaque facteur reçoit en rémunération de sa contribution à la chaîne de valeur. Il s’agit bien d’une décomposition du revenu de la production, pas de la production elle-même. On peut illustrer la différence entre

Encadré 2 (suite)

les deux concepts par l'exemple standard d'une production à rendements d'échelle constants ne mobilisant que du capital et du travail sur des marchés concurrentiels où chaque facteur est rémunéré à sa productivité marginale : si on note r le rendement du capital et w celle du travail, la somme $rK+wL$ des rémunérations des deux facteurs épuise l'ensemble du produit $pY = rK+wL$. Il s'agit bien d'une décomposition du revenu tiré de la production de Y , pas d'une décomposition physique entre une part du produit Y qui serait produite par K et une part du même produit qui serait produite par L .

Il en ira de même en présence du facteur immatériel I , correspondant par exemple à des brevets eux aussi rémunérés pour leur contribution à la production. L'exemple des brevets montre de manière encore plus marquée comment la décomposition du revenu peut s'écarter de la notion de décomposition de la production. Du point de vue de la comptabilité nationale, le brevet ne sera considéré comme productif que dans la mesure où il est rémunéré. S'il tombe dans le domaine public et continue à être utilisé gratuitement, il ne cesse pas d'être productif au sens de la fonction de production, la technologie $Y=F(K,L,I)$ restant inchangée. Ce qui change est uniquement le fait que cette contribution cesse d'être rémunérée, avec pour contrepartie soit une baisse de prix du produit, soit une hausse des rémunérations des autres facteurs. Au total, le partage de la valeur ajoutée ne reflète au mieux qu'une partie des propriétés de la fonction F et il dépend aussi de la rareté relative des facteurs et de l'organisation des marchés. C'est exactement le même problème que celui qu'on rencontre avec la contribution à la production des

actifs naturels : elle est ignorée tant qu'ils sont en accès libre.

Ce distinguo entre production et revenus de la production suggère une façon de mieux faire parler les chiffres de la croissance irlandaise. Ils n'indiquent pas qu'une « production » nouvelle est apparue en Irlande. Ils retracent juste le fait que les revenus associés à un facteur de production « flottant » ont soudain atterri sur ce sol irlandais. Il est plus facile d'admettre la volatilité du PIB dans cette lecture « revenu » que dans une lecture en termes de production ou de productivité : on peut comprendre que des revenus puissent passer rapidement d'un lieu à l'autre sans qu'il y ait eu de changement véritable au niveau du processus productif.

Mais ce changement de vocabulaire ne résout pas tous les problèmes, il aide surtout à mieux formuler les questions qui se posent. Est-il normal de ventiler ces revenus sur la base de seuls critères de localisation juridique des firmes ? Quelle part des revenus profite effectivement à la population résidente ? Les revenus en question sont-ils des ressources durables pour l'économie irlandaise ou ne sont-ils que de passage ? Faut-il notamment y voir un vrai apport à la soutenabilité des finances publiques du pays dans la mesure où, comme on le sait, la présence en Irlande de ces revenus tient avant tout au fait qu'ils n'y sont pas trop taxés ? Est-ce à ce niveau que les règles de *formulary apportionment* peuvent trouver du sens et comment faut-il dans ce cas les appliquer ? La ventilation selon les ventes ou les salaires versés sont-ils la bonne manière de procéder ou faut-il viser à une ventilation selon la localisation des actionnaires ou des *headquarters* où se prennent les décisions ?

Mieux mesurer la croissance en élargissant le périmètre du PIB ?

À cette question de périmètre « géographique » du PIB fait écho la troisième des questions dont nous avons fait état en introduction, celle de son périmètre « monétaire ». Le degré auquel les nouvelles formes de croissance tendent à franchir cette frontière est-il à l'origine d'un problème de mesure inédit et de grande ampleur ?

La liste de sujets potentiels est bien connue. Leur traitement en comptabilité nationale est présenté et argumenté en détail dans Bellego et Mahieu [2016] ou Ahmad et Schreyer [2016]. Les services totalement gratuits ne sont comptés dans le PIB qu'à la hauteur de quelques emplois rémunérés qu'ils créent et des biens et services payants qu'ils consomment pour leur fonctionnement, les fournisseurs de ces services gratuits étant traités selon le modèle des institutions sans but lucratif principalement au service des ménages (ISBLSM). Les services faussement gratuits financés par la publicité apparaissent en comptabilité nationale à travers ces recettes de publicité qu'ils génèrent. Elles s'ajoutent au PIB en valeur. Leur effet sur le PIB en volume

dépend du degré auquel elles sont répercutées sur le prix des biens finaux. La publicité n'est pas une consommation finale des ménages, c'est une consommation intermédiaire des firmes qui y font appel. Si son prix est facturé *in fine* au consommateur, il y aura compensation de l'effet en valeur et de l'effet sur les prix et le développement de services gratuits financés par la publicité sera donc neutre ou quasi neutre pour le PIB en volume. Du même coup, si des services récréatifs deviennent financés par ce biais plutôt que par paiement direct, il peut y avoir baisse de la production en volume. Quant aux services qui mettent en relation des particuliers moyennant perception d'une commission, c'est uniquement cette commission qui est enregistrée en comptabilité nationale. Revendre un bien *via* Price Minister ou Leboncoin est neutre pour la production, comme l'est toute forme de vente de bien d'occasion, puisqu'il s'agit juste d'un changement de main pour un bien qui a déjà été produit. S'agissant des locations entre particuliers *via* AirBnB ou des services équivalents, il y a là encore neutralité, pour la même raison que celle qui prévaut pour les autres formes de location entre particuliers. La neutralité vient de ce que la comptabilité nationale considère que le service de logement est produit quoi qu'il arrive, et évalué *via* les loyers imputés, que ce logement soit effectivement occupé par son propriétaire, temporairement vacant ou loué à des touristes de passage.

Ces diverses conventions comptables posent-elles problème ? La question doit là encore être mise en regard des trois usages principaux de la comptabilité nationale. Pour deux de ces trois usages, il y a de très bonnes raisons de rester contenu dans ces limites des interactions monétaires. S'agissant de l'usage U1, l'objectif des politiques conjoncturelles est la création d'emplois rémunérés : ceci justifie de se focaliser sur des productions qui sont elles-mêmes rémunérées. Le raisonnement est *a fortiori* valide pour l'usage U2 de pilotage des dépenses publiques : le développement de services gratuits peut constituer une bonne nouvelle pour les conditions de vie de la population, mais ce n'est pas ce développement qui peut aider à financer les futurs salaires des agents de l'État ni à assurer la charge financière de la dette publique. Ces arguments sont classiquement utilisés pour justifier que le PIB ne prenne pas en compte la production de services domestiques. Cette forme de production est certes intéressante à quantifier occasionnellement, au prix de nombreuses hypothèses [Poissonnier et Roy, 2013] mais la rajouter systématiquement aux évaluations du PIB annuel ou trimestriel n'apporterait rien au pilotage conjoncturel. Cet ajout est encore moins justifié pour l'usage « finances publiques », sauf à imaginer que l'équivalent monétaire de ce travail domestique ne devienne une ressource taxable, ce qui n'est pas l'idée.

C'est donc uniquement pour l'usage U3 de mesure du niveau de vie que les questions se posent réellement. Elles peuvent d'ailleurs s'envisager en continuité de celle des partages volumes-prix. L'arrivée d'un nouveau bien ou service gratuit substituable à des biens payants n'est qu'une version extrême de l'arrivée d'un nouveau produit meilleur marché que les produits déjà en place et on s'attend logiquement à ce qu'elle soit traitée de la même manière. La crainte est qu'il n'en soit rien et que cette émergence du gratuit ne se traduise au contraire par des indicateurs de la comptabilité nationale en baisse, alors même qu'on devrait enregistrer une élévation du niveau de vie. Typiquement, si les achats de CD chutent au profit du visionnage gratuit sur Youtube conduisant à une chute de chiffre d'affaires nominal pour l'industrie du disque, et si on applique à ce chiffre un indice des prix stable parce que toujours calculé sur les seuls biens commercialisés, le message sera celui d'une baisse des volumes. De même, si le recours à AirBnB se fait au détriment de la demande de services hôteliers classiques.

Plusieurs premières nuances peuvent être apportées à cette crainte. D'une part, l'arrivée de biens gratuits peut être en partie répercutée dans la mesure des prix existants. Soit c'est un produit présent dans l'indice dont le prix chute à zéro : on enregistre bien une baisse de prix de 100 % pondérée par le coefficient budgétaire initial de ce produit. Soit le produit gratuit est totalement nouveau : son apparition ne va pas être gérée par l'indice, mais elle a des chances de se traduire par une baisse du prix des produits payants qu'il va concurrencer et qui, elle, sera bien prise en compte dans l'indice. D'autre part, considérer que le gratuit peut conduire à des baisses des agrégats nominaux et par voie de conséquence des agrégats en volume ignore les effets d'équilibre général. L'arrivée de biens gratuits permet aux ménages de redéployer

leurs dépenses vers d'autres biens ou services payants. Dans l'exemple d'AirBnB, l'économie que réalise le touriste étranger sur son hébergement lui dégage des ressources pour l'achat en France d'autres services, et le revenu que le bailleur retire de sa location sera lui aussi recyclé dans d'autres dépenses.

Ces nuances relativisent donc l'idée que la comptabilité nationale pourrait envoyer des messages totalement à rebours des bénéfices qui sont attendus de ces services gratuits. Pour autant, elle peut effectivement manquer des phénomènes que l'objectif U3 justifierait de quantifier. Byrne *et al.* [2016] et Syverson [2017] examinent l'ampleur de ce problème, en reprenant et complétant d'autres travaux. Les méthodes d'estimation sont variées mais ne débouchent en général que sur des effets à nouveau trop faibles pour rendre compte du ralentissement de la croissance, et certaines de ces tentatives de chiffrage soulèvent la question des limites qu'il convient d'assigner à la comptabilité nationale.

On peut par exemple reprendre un type de traitement déjà proposé dans le passé pour que le financement par la publicité de médias gratuits apparaisse dans la consommation finale des ménages [Cremeans, 1980 ; Vanoli, 2002]. Cette méthode évite que le PIB soit affecté par des effets de bascule entre médias payants et médias financés par la publicité. Elle a été mise en œuvre par Nakamura et Soloveichik [2015] mais elle débouche sur des effets très limités : 0,019 % de croissance annuelle supplémentaire, ce qui reflète le fait que ces dépenses de publicité ne représentent qu'une part faible et relativement stable du PIB.

Une approche très différente est celle de Goolsbee et Klenow [2006] ou Brynjolfsson et Oh [2012] qui retiennent une valorisation à la Becker de l'ensemble du temps passé par les ménages devant l'Internet. En actualisant à 2015 le chiffre de Goolsbee et Klenow, Syverson parvient pour les États-Unis à un montant de 900 milliards d'euros, beaucoup plus élevé mais toujours trop faible puisque représentant moins d'un tiers des 3 400 milliards « *d'output manquant* » cités en introduction. Or, il s'agit cette fois d'un chiffrage vraiment très généreux. C'est une tentative de calcul de l'utilité totale du consommateur ou, en termes encore plus techniques, du surplus qu'il dérive de ces nouveaux services. On n'a jamais demandé à la comptabilité nationale d'évaluer de la sorte le temps passé par les ménages devant leur poste de télévision.

Dans le même esprit peut être mentionné le cadre conceptuel général proposé par Hulten et Nakamura [2017] qui suggèrent d'isoler une nouvelle forme de croissance permise entre autres par l'Internet : un progrès technique « *output saving* » qui permet de générer davantage de bien-être pour les ménages avec une quantité plus réduite de production marchande, moyennant à nouveau un plus fort apport en temps domestique (*encadré 3*). Ce cadre est légitime et stimulant mais raisonner en ces termes conduit à ouvrir des questions en chaîne qui vont bien plus loin que l'interrogation initiale sur le ralentissement de la croissance. Une fois franchies les frontières naturelles du PIB, la question qui est posée devient celle d'une mesure globale du bien-être et il serait réducteur de la limiter au seul chiffrage des apports du numérique, car il y a bien d'autres facteurs de bien-être ignorés du PIB, qu'ils jouent dans un sens favorable ou défavorable à ce bien-être. Il faut ici tenir compte d'une tradition de critique bien plus ancienne du PIB, selon laquelle il aurait tendance à surestimer plutôt qu'à sous-estimer l'élévation du niveau de vie, faute de prise en compte de facteurs tels que la montée des inégalités, les atteintes à l'environnement, ou encore le fait que le ressenti du bien-être ne croît pas forcément en proportion de l'augmentation des moyens matériels. Ce genre de phénomène peut d'ailleurs se retrouver en miroir dans la perception usuelle des prix, avec une inflation perçue généralement supérieure, voire très supérieure, à l'inflation mesurée par l'IPC [Accardo *et al.*, 2011]. Reinsdorf et Schreyer [2017] mentionnent qu'une part de cet écart pourrait traduire le fait que les évaluations subjectives des individus incorporent spontanément certaines des externalités négatives associées aux biens digitaux, ou le fait qu'ils rendent moins de services qu'ils ne prétendent le faire.

Toutes ces questions sont centrales, mais c'est l'ensemble de l'appareil statistique qu'elles doivent mobiliser. Elles débordent totalement du champ que peut prétendre couvrir la comptabilité nationale, tout du moins celui de sa production courante. Le rôle des comptes est d'abord de fournir un suivi aussi exhaustif que possible des flux monétaires entre agents, flux

Économie numérique, production marchande et production domestique : un exemple de formalisation

L'économie numérique permet le développement de services gratuits qui échappent au périmètre de l'échange marchand. Un autre de ses effets est de déplacer certaines activités productives du marché vers le ménage : on peut par exemple organiser ses vacances par ses propres moyens directement sur Internet sans faire appel aux services d'une agence de voyage. Hulten et Nakamura [2017] proposent de formaliser ce type d'évolution en recourant au modèle de comportement du consommateur développé dans les années 1960 par Lancaster et largement repris à sa suite par Becker. Ce modèle considère que les ménages ne sont pas des consommateurs passifs de biens et services fournis prêts à l'emploi sur le marché. Ils sont plutôt vus comme producteurs de leur bien-être, qu'ils obtiennent en combinant leur temps domestique avec les biens et services qu'ils se procurent sur le marché. Formellement, en adaptant les notations des auteurs, le bien-être du ménage représentatif s'écrit $U = F(Y(X, L_m), L_d)$, où Y est la production marchande qui combine inputs primaires X et travail marchand L_m , que ce ménage combine ensuite à du temps domestique L_d pour « produire » U selon la technologie F .

Ce formalisme conduit à distinguer deux formes de progrès technique. Celui auquel s'intéresse l'analyse usuelle de la croissance est le fait d'arriver à produire davantage de Y à partir des inputs X et du travail marchand L_m . Mais on peut aussi envisager un progrès technique « *output saving* » qui permet de générer davantage de bien-être final avec moins de Y . Ce type de progrès pourra se traduire par moins de production au sens mesuré par la comptabilité nationale, et malgré tout davantage de croissance de U . L'exemple de l'agence de voyage illustre bien le mécanisme : le même résultat final – des vacances – est atteint

sans recourir aux services de cette agence, services que la comptabilité nationale aurait enregistrés dans la production Y . Cette forme de progrès technique est aussi favorisée par le développement de l'économie du partage ou des échanges directs entre particuliers : sites de revente d'objets d'occasion, sites de covoiturage et sites de location permettent de produire davantage d'utilité à production marchande de biens donnée, grâce à l'accroissement de leur taux d'utilisation. Cette part croissante de la contribution des ménages à la production finale de bien-être serait l'inverse du phénomène qu'on a connu à l'époque où la croissance du PIB était gonflée du transfert vers le marché d'activités initialement domestiques [Coyle, 2017].

Ce cadre d'analyse est éclairant mais soulève des problèmes de quantification qui sont très difficiles à résoudre. La fonction U est inobservable, contrairement à l'*output* marchand Y . Au demeurant, si c'est l'évolution de U qui nous intéresse ou sa comparaison entre pays, il faut élargir l'analyse à l'ensemble des déterminants du bien-être, qui ne se réduisent pas aux consommations marchandes Y et au temps de production domestique L_d . On retrouve la problématique générale des indicateurs de bien-être agrégés. Un certain nombre de travaux récents tentent de construire des indicateurs de ce type, mobilisant diverses techniques pour tenter de convertir en équivalents monétaires les dimensions du bien-être qui ne s'expriment pas naturellement en ces termes, telles que la santé ou l'accès à l'emploi [Boarini *et al.*, 2016 ; Jones et Klenow, 2016]. La quantification des effets non marchands du numérique pourrait tenter de s'y raccrocher, mais il s'agit de travaux de recherche qui dépassent largement le cadre de la comptabilité nationale.

mesurés au sein des frontières nationales mais aussi, et de plus en plus, des flux qui traversent ces frontières nationales. Mieux articuler les comptes des différents pays et mieux catégoriser ces flux de revenus selon le lieu de résidence de leurs bénéficiaires finaux représente à soi tout seul un chantier considérable. À travers les partages volumes-prix, la comptabilité nationale s'efforce aussi de quantifier la façon dont ces flux monétaires contribuent au niveau de vie des populations, *via* certains emprunts au cadre conceptuel de la théorie du bien-être. Certains des outils qu'elle utilise sont révélateurs de ces emprunts : prix hédoniques, indices de prix à utilité constante. Ces partages volume-prix sont perfectibles, et pas seulement dans le domaine des technologies numériques sur lesquels on a mis l'accent dans ce dossier : un autre sujet traditionnel est celui des partages volumes-prix appliqués aux services publics pour lesquels

l'output reste le plus souvent valorisé à son coût de production, sans prise en compte des gains d'efficacité à l'œuvre dans ces secteurs. La comptabilité nationale est enfin capable d'étendre cette évaluation des niveaux de vie à quelques formes de consommation sans aucune contrepartie monétaire explicite mais pour lesquelles l'imputation d'équivalents monétaires reste assez facile pour être gérée en production courante : l'évaluation des loyers imputés en est le meilleur exemple, visant à rendre statistiquement neutre le passage entre des services de logements produits par des bailleurs et ceux qui sont autoproduits par les propriétaires occupants. Quelques nouveaux types de services gratuits pourraient être évalués, de manière exploratoire, selon le même type de principes. Mais c'est à ce point là que la comptabilité nationale restera plus ou moins contrainte de s'arrêter, sur une position d'équilibre entre la satisfaction des trois classes d'usages qui ont été présentées en ouverture. ■

Pour en savoir plus

Accardo J., Célérier C., Herpin N., Irac D., « L'inflation perçue », *Économie et Statistique* n° 446, 2011.

Aeberhardt L., Bidault C., *Le partage volume prix – base 2014*, Notes méthodologiques du système français de comptabilité nationale, Insee, 2018.

Aghion P., Bergeaud A., Boppart T., Klenow P., Li H., “Missing Growth from Creative Destruction”, *NBER Working Paper*, n° w24023, 2017.

Aghion P., Bergeaud A., Boppart T., Bunel S., “Firm dynamics and growth measurement in France”, *Working paper Banque de France* n° 676, 2018.

Ahmad N., Schreyer P., “Are GDP and productivity measures up to the challenges of the digital economy?”, *International productivity monitor* n° 30, pp. 4-27, 2016.

Ahmad, N., Ribarsky J., Reinsdorf M., “Can potential mismeasurement of the digital economy explain the post-crisis slowdown in GDP and productivity growth?”, *OECD Statistics Working Papers* n° 2017/09.

Bean C.R., *Independent review of UK economic statistics, 2016*. (<https://www.gov.uk/government/publications/independent-review-of-uk-economic-statistics-final-report>).

Bellego C., Mahieu R., « La place d'Internet dans la description et l'analyse de l'économie », in *L'économie française : comptes et dossiers*, coll. « Insee Références », édition 2016.

Bergeaud A., Cette G., Lecat R., “Productivity trends in advanced countries between 1890 and 2012”, *Review of income and wealth* vol. 62(3), pp. 420-444, 2016.

Bessone A.J., Broin M., Hassan M., Leclair M., Mahieu R., « Les comptes nationaux passent en base 2010 », in *L'Économie française : comptes et dossiers*, coll. « Insee Références », 2014.

Bils M., Klenow P. J., “Quantifying Quality Growth”, *The American Economic Review* vol. 91(4), pp. 1006-1030, 2001.

Boarini R., Murtin F., Schreyer P., Fleurbaey M., “Multi-dimensional Living Standards: a Welfare Measure Based on Preferences”, *OECD Statistics Working Papers* n° 2016/05.

Boskin Commission, “Toward a more accurate measure of the cost of living: final report”, 1996. (<http://www.ssa.gov/history/reports/boskinnrpt.html>).

Broda C., Weinstein D. E., “Product Creation and Destruction: Evidence and Price Implications”, *The American Economic Review* vol. 100, pp. 691-723, 2010.

Byrne D. M., Fernald J. G., Reinsdorf M. B., “Does the United States Have a Productivity Slowdown or a Measurement Problem?”, *Brooking Papers on Economic Activity*, 2016 (spring), pp. 109-157, 2016.

Brynjolfsson E., Oh J.H., “The Attention Economy: Measuring the Value of Free Digital Services on the Internet”, *AIS Electronic Library*, 2012.

Cremeans J., “Consumer Services Provided by Business Through Advertising-Supported Media in the United States”, *Review of Income and Wealth* vol. 26 (2), pp. 151-174, 1980.

Coyle D., “Digitally disrupted GDP”, *VoxEU*, 2016 (<http://voxeu.org/article/digitally-disrupted-gdp>).

Coyle D., “Do it yourself digital: the production boundary and the productivity puzzle”, *ESCoE Discussion paper* 2017-01, 2017.

ESRG, *Report of the economic statistics review group, 2016*. (<https://www.cso.ie/en/csolatestnews/eventsconferencesseminars/resrg/>)

Feldstein M., “Underestimating the Real Growth of GDP, Personal Income, and Productivity”, *Journal of Economic Perspectives* vol. 31(2), pp. 145-164, 2017.

Gale W.G., Gelfond H., Krupkin A., Mazur M.J., Toder E., *Effects of the tax cuts and jobs act: a preliminary analysis*, Tax Policy Center, Urban Institute et Brookings Institution, 2018.

Guédès D., « Impact des ajustements de qualité dans le calcul de l'indice des prix à la consommation », *Document de travail* n° F0404, Insee, 2004.

Goolsbee A., Klenow P.J., "Valuing Consumer Products by the Time Spent Using Them: an Application to the Internet", *American Economic Review* vol. 96 (2), pp. 108-113, 2006.

Groshen E.L., Moyer B.C., Aizcorbe A.M., Bradley R., Friedman D.M., "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* vol. 31(2), pp. 187-210, 2017.

Güvenen F., Mataloni R.J., Rassier, D.J., Ruhl, K.J., "Offshore Profit Shifting and Domestic Productivity Measurement", *NBER and BEA working Paper*, 27 mars 2017.

Hulten C.R., Nakamura L.I., "Accounting for growth in the age of the Internet: the importance of output saving technical change", *Working paper NBER* n° 23315, 2017.

Jones C.I., Klenow P.J., "Beyond GDP? Welfare across Countries and Time", *American Economic Review* vol. 106(9), pp. 2426-2457, 2016.

Lequiller F., « L'indice des prix à la consommation surestime-t-il l'inflation ? », *Économie et Statistique*, n° 303, 1997.

Lequiller F., « La nouvelle économie et la mesure de la croissance », *Économie et Statistique*, n° 339-340, 2000.

Lipsey, R. E., "Measuring the location of production in a world of intangible productive assets, FDI and intrafirm trade", *Review of Income and Wealth* Series 56, Special Issue 1, pp. S99-S110, 2010.

Magnien F., Pougnaud J., « Les indices à utilité constante : une référence pour mesurer l'évolution des prix », *Économie et Statistique* n° 335, 2000.

Magnien F., « Mesurer l'évolution des prix des services de téléphonie mobile : une entreprise difficile », *Économie et Statistique* n° 362, 2003.

Moreau A., « Changements de qualité et indices des prix : l'exemple du prix des ordinateurs », *Insee méthodes* n° 29-30-31, 1992.

Nakamura L., Soloveichik R., "Valuing Free Media across Countries in GDP", *Working Paper* 15-25, Federal Reserve Bank of Philadelphia, 2015.

OCDE, "Globalisation, Intellectual Property Products and Measurement of GDP: Issues and Proposals", *note SDD/CSSP* (2018)6, 2018.

Poissonnier A., Roy D., « La consommation faite maison », in *L'Économie française –comptes et dossiers*, coll. « Insee Références », édition 2013.

Redding S.J., Weinstein D.E., "A Unified Approach to Estimating Demand and Welfare", *NBER Working Paper* n° 22 479, 2016.

Reinsdorf M., Schreyer P., "Measuring inflation in a digital economy", draft, 2017.

Sillard P., « Indices de prix à la consommation », *Document de travail de la direction des statistiques démographiques et sociales* n° F 1706, Insee, 2017.

Syverson C., "Challenges to Mismeasurement Explanations for the US Productivity Slowdown", *Journal of Economic Perspectives* vol. 31(2), pp. 165-186, 2017.

UNCTAD, "Tax reforms in the United States: Implications for international investment", *Global Investment Trends Monitor*, special edition, 2018.

Vanoli A., *Une histoire de la comptabilité nationale*, Collection Repères, La Découverte, 2002.