

La mesure du numérique explique-t-elle le ralentissement de la productivité ? Le cas de l’Australie

Does Measurement of Digital Activities Explain Productivity Slowdown? The Case for Australia

Derek Burnell et Amani Elnasri*

Résumé – Le ralentissement de la croissance de la productivité enregistré dans les pays développés après 2004 a donné naissance à des spéculations sur la responsabilité d’une erreur de mesure des activités numériques dans la comptabilité nationale. L’Australian Bureau of Statistics (ABS) a modélisé la possible production manquante et confirme les conclusions de Syverson (2017), Ahmad & Schreyer (2016) et Byrne, Fernald & Reinsdorf (2016), selon lesquelles l’ampleur des activités numériques non enregistrées ne suffit pas à expliquer le ralentissement de la productivité. Bien que, de façon générale, les sources de données et les méthodes puissent être améliorées, au niveau conceptuel, les activités numériques sont déjà intégrées dans le cadre de la comptabilité nationale.

Abstract – *The post 2004 slowdown in productivity growth in developed nations has led to speculation that mismeasurement of digital activities within the national accounts may be responsible. The Australian Bureau of Statistics (ABS) modelling of potential missing output confirms the findings of Syverson (2017), Ahmad & Schreyer (2016) and Byrne, Fernald & Reinsdorf (2016) that unrecorded digital activities were of insufficient magnitude to explain the productivity slowdown. While there may be room for improvement in data sources and methods more broadly, conceptually digital activities are captured in the National Accounts framework.*

Codes JEL / JEL Classification : E23, O3, O4

Mots-clés : ralentissement de la productivité, activités numériques, production manquante, erreur de mesure de la production

Keywords: *productivity slowdown, digital activities, missing output, output mismeasurement*

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

* Australian Bureau of Statistics (derek.burnell@abs.gov.au)

Les auteurs souhaitent remercier Paul Roberts et Katrina Richardson pour leurs commentaires utiles, Grace Kim pour avoir dirigé l'étude quantitative à son début et les membres de la division de la comptabilité nationale de l'Australian Bureau of Statistics qui ont fourni les données nécessaires aux simulations.

Reçu le 29 juin 2018, accepté après révisions le 23 mai 2019.

Traduit de la version originale anglaise

Citation: Burnell, D. S. & Elnasri, A. (2020). Does Measurement of Digital Activities Explain Productivity Slowdown? The Case for Australia. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 517-518-519, 123–137. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2020.517t.2022>

Le ralentissement de la croissance de la productivité enregistré dans les pays développés après 2004 a entraîné des questions sur l'effet d'une possible erreur de mesure des activités numériques dans le système de comptabilité nationale.

De précédentes analyses quantitatives ont tenté de déterminer si les sources, méthodes et concepts sous-jacents saisissent correctement les nouvelles activités numériques. Syverson (2017) a ainsi estimé la production contrefactuelle requise pour compenser le ralentissement de la productivité du travail enregistré dans l'économie des États-Unis, puis a cherché à déterminer si l'estimation des nouvelles activités faisant une utilisation intensive du numérique suffisait à expliquer cette production contrefactuelle. Il en conclut que l'argument selon lequel la croissance de la productivité réelle n'a pas ralenti (ou beaucoup moins que ce que les mesures suggèrent) depuis 2004 n'est pas fondé : les résultats empiriques de l'auteur indiquent en effet que la potentielle production manquante liée aux activités numériques est largement inférieure. En réalité, il est plus probable, dans certaines catégories de produits numériques, que les problèmes de mesure de la productivité soient moins importants que ce que l'on suppose.

D'autres travaux de l'OCDE et du FMI ainsi que les résultats de Byrne *et al.* (2016), Nakamura & Soloveichik (2016) et Cardarelli & Lusinyan (2015) vont également dans ce sens. Par exemple, Byrne *et al.* (2016) notent que l'erreur de mesure des biens et services du secteur des technologies de l'information ne concerne pas uniquement la période ayant suivi 2004. En réalité, elle était importante avant 2004 et s'est également avérée importante plus récemment. En outre, la pénétration accrue des ordinateurs et équipements de communication importés suggère que la production intérieure des États-Unis, qui a son importance pour la croissance du produit intérieur brut (PIB), a ralenti. En utilisant des approches et des données différentes, et en mettant en lumière des technologies qui permettent de réaliser des économies de production, Nakamura & Soloveichik (2016) et Cardarelli & Lusinyan (2015) affirment que le ralentissement reflète probablement une véritable diminution du taux de croissance technologique plutôt qu'une erreur de mesure. Néanmoins, puisque les activités numériques vont en augmentant, il sera de plus en plus important que les instituts de statistique collaborent au niveau international pour les prendre en compte de façon cohérente.

Notamment, il faudra qu'ils adoptent de bonnes méthodes d'estimation des prix et des volumes pour l'ensemble des technologies numériques semblables afin de faciliter les comparaisons à périmètre constant.

Le présent article reprend l'approche adoptée par Syverson pour l'appliquer à l'économie australienne. Toutefois, plutôt que d'analyser la productivité du travail, il teste l'argument contrefactuel pour la productivité totale des facteurs (PTF), qui, comme aux États-Unis, a ralenti à partir de 2003-2004. Il examine l'argument de la production numérique potentiellement manquante dans le secteur du commerce de détail, ainsi que les activités numériques de pair-à-pair (*peer-to-peer*, ci-après P2P) dans les secteurs du transport, de la poste et du stockage, de l'information, des médias et télécommunications ainsi que dans les services financiers et l'assurance. Il tente également de déterminer si les résultats obtenus pour l'Australie sont sensibles (i) à la durée de vie moyenne plus courte des actifs, conjuguée à une hypothèse de profil âge-efficacité échappant au processus de vieillissement (*one-hoss shay*) pour les services du capital informatique et (ii) à la rétopolation de prix d'accès à l'Internet corrigés de la qualité afin de refléter le volume des données fournies.

La suite de l'article présente tout d'abord le point de vue australien sur les concepts, les sources et les méthodes. Puis la production manquante requise des activités numériques pour expliquer le ralentissement de la croissance de la PTF en Australie est estimée pour certains secteurs. D'autres sources potentielles de ralentissement de la productivité en Australie sont examinées, et l'article se termine sur des observations finales.

1. Le point de vue australien

Au niveau conceptuel, les activités numériques sont incluses dans le cadre du système de comptabilité nationale dès lors qu'elles engendrent des transactions mesurables et enregistrables. Ahmad & Schreyer (2016) et Byrne *et al.* (2016) précisent que, bien que le cadre du système de comptabilité nationale soit robuste en termes conceptuels, les activités numériques correspondent à une activité économique qui était auparavant rémunérée mais qui est désormais effectuée gratuitement par les ménages, et de ce fait aucune production n'est enregistrée. De même, le système de comptabilité nationale n'a pas été conçu pour saisir le consentement à payer

(surplus du consommateur) des biens et services disponibles gratuitement. Le cadre comptable australien est semblable à celui du système de comptabilité nationale et, par extension, il est lui aussi robuste en termes conceptuels.

1.1. Sources et méthodes

Dans la pratique, les activités numériques sont enregistrées si les sources et les méthodes sont adéquates. La plupart des entreprises australiennes dépendent du bureau australien des impôts. L'Australian Bureau of Statistics (ABS) utilise ces données en conjonction avec celles qu'il collecte directement (par exemple dans le cadre de son enquête annuelle sur l'activité économique), afin d'éviter des problèmes de sous-couverture importante des données déclarées par les entreprises australiennes résidentes. De même, afin de minimiser la sous-couverture des transactions économiques entre résidents et non résidents, l'ABS fait largement appel aux données administratives (telles que celles fournies par l'administration des douanes) et les recoupe avec des sources sur la consommation des ménages (telles que celles de l'enquête sur les dépenses des ménages).

Des données provenant de sources variées sont confrontées et comparées dans un cadre fondé sur des tableaux des ressources et des emplois afin d'estimer les prix courant de l'ensemble des mesures du PIB (production, dépenses et revenus). Le cadre des tableaux des ressources et des emplois est très utile pour améliorer la cohérence au sein du système d'information économique. Ces tableaux rapprochent les produits fournis au sein de l'économie durant une période comptable donnée avec leur utilisation à des fins de consommation intermédiaire, de consommation finale, de formation de capital ou d'exportation. Ils permettent d'analyser les marchés et les secteurs et d'étudier la productivité à ce niveau de désagrégation. Les tableaux de l'ABS sont estimés à la fois pour les prix courants et les volumes.

Les estimations de volume chaîné (ainsi que les déflateurs associés) du système de comptabilité nationale australien sont également comparées, notamment dans les comptes de dépenses et de production. Au cours des cinq dernières années, afin de faciliter l'amélioration de l'estimation des mesures chaînées de volume dans les secteurs des services, l'ABS a mis en place un programme visant à assurer la disponibilité des prix les plus représentatifs, alors que les activités de service jouent un rôle de plus en plus important dans l'économie.

1.2. Examen des sources de données numériques

Dans ce contexte, Ahmad & Schreyer (2016) notent que les activités numériques pourraient ouvrir la voie à de nouvelles solutions permettant de correctement saisir les données sources. Globalement, c'est ce que l'ABS a constaté. Par exemple, les données de caisse (données de transactions) provenant de sources numériques sont incluses dans le jeu de données pris en compte pour calculer l'indice des prix à la consommation (IPC) de l'ABS depuis plusieurs années. Cette approche a l'avantage, d'une part, de renforcer la taille des échantillons (diminuant ainsi l'erreur d'échantillonnage) et, d'autre part, d'établir des prix plus exacts pour les produits et services hétérogènes. Parallèlement, l'ABS acquière des données sur les prix à la consommation de façon numérique grâce à des technologies de *web-scraping*¹.

La couverture des prix des services s'est également améliorée au fil du temps. Par exemple, le covoiturage, le partage de logements et les produits et services numériques (comme le *streaming*) ont récemment été introduits dans l'IPC. Toutefois, les instituts de statistique ont encore du mal à vraiment séparer les composantes prix et volume pour les activités de service. Pour certaines activités, les comparaisons internationales d'écart de la fourchette de croissance des prix suggèrent qu'il faudra encore des efforts pour rendre compte de façon plus cohérente des variations de qualité de services similaires. Par exemple, les indices des prix à la consommation nationaux établis par l'OCDE pour le secteur des télécommunications montrent des tendances de croissance largement différentes entre 2002 et 2015, avec une baisse d'environ 40 % en Italie mais une hausse de près de 30 % au Canada. Ces écarts entre pays suggèrent que, au moins pour les biens et services numériques présentant des caractéristiques semblables, quel que soit le pays, il reste des progrès à faire sur le partage volume-prix pour parvenir à prendre en compte les variations de qualité de façon plus cohérente.

Par ailleurs, il apparaît important de réexaminer les parties de la comptabilité nationale plus dépendantes de la modélisation, comme le stock de capital et la productivité. En effet, les activités numériques influencent l'évolution de la

1. Voir ABS (2017) pour de plus amples précisions sur les méthodes et sources de données récemment utilisées par l'ABS pour refléter l'économie contemporaine et les préférences des consommateurs dans l'IPC australien.

production, touchant notamment la combinaison des actifs, leur durée de vie et les taux de dépréciation. L'un des problèmes rencontrés ici vient du fait que les tablettes et les smartphones ont désormais le même usage que les ordinateurs, ce qui engendre des taux de remplacement plus élevés, surtout dans les secteurs où l'innovation est la plus rapide. Cela entraîne une dépréciation plus rapide de ces actifs, ce qui implique alors des taux de dépréciation plus élevés au sein des coûts utilisateurs dans l'estimation de la productivité. Pour améliorer la visibilité, on distingue dans cet article la contribution du capital informatique et non informatique dans les comptes de croissance de la productivité.

2. Évaluation de l'impact des activités numériques sur la productivité en Australie

Comme mentionné plus haut, nous suivons l'approche de Syverson pour estimer la croissance de la production contrefactuelle réelle en Australie. Syverson définit la production contrefactuelle comme la production requise pour maintenir la croissance moyenne de la productivité du travail observée dans la période précédant 2004. Ici toutefois, nous définissons plutôt une production contrefactuelle basée sur divers objectifs de croissance de la productivité totale des facteurs (PTF) atteints durant la période précédant le ralentissement².

La figure I montre l'évolution de la PTF dans le secteur marchand australien entre 1994-1995 et 2016-2017. La phase de ralentissement a duré

de 2003-2004 à 2010-2011 (pour un taux moyen de -0.3 % par an). La PTF s'est redressée depuis 2011-2012, atteignant une moyenne de 1 % par an.

En utilisant des valeurs moyennes différentes pour la croissance de la PTF sur trois périodes différentes, nous calculons la croissance implicite de la production requise pour expliquer chaque niveau de croissance de la productivité. Les trois scénarios suivants sont envisagés :

(i) Taux annuel moyen à long terme de la croissance de la PTF dans les 12 industries choisies, agrégées de 1973-1974 à 2003-2004 (1 %) ³ ;

(ii) Taux annuel moyen de la croissance de la PTF dans les 16 industries du secteur marchand, agrégées de 1994-1995 à 2003-2004 (1.7 %) ⁴ ;

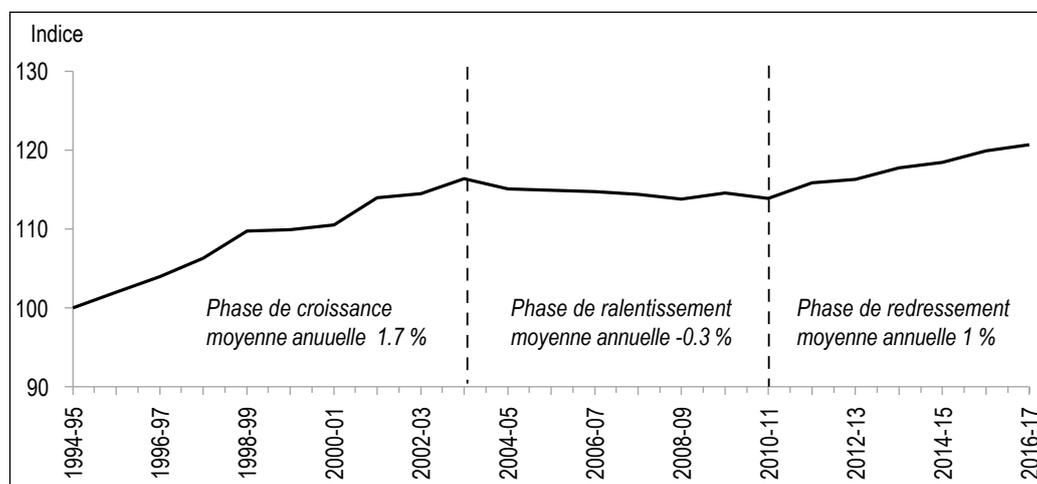
(iii) Taux annuel moyen de la croissance de la PTF dans les 16 industries du secteur marchand agrégées durant le cycle de croissance le plus solide, à savoir de 1993-1994 à 1998-1999 (2.6 %).

2. La productivité du travail mesure la production par heure de facteur travail, tandis que la productivité totale des facteurs mesure la production par unité de facteur travail et facteur capital combinés.

3. L'agrégat des 12 industries choisies rassemble les divisions A à K et R de la classification type des industries d'Australie et de Nouvelle-Zélande (ANZSIC), correspondant à la définition du secteur marchand établie par le système de comptabilité nationale australien avant 2010-2011. Les estimations de la croissance de la productivité multifactorielle de cet agrégat sont publiées par l'ABS dans le catalogue n° 5260.0.55.002.

4. L'agrégat des 16 industries du secteur marchand rassemble les divisions A à N, R et S de la classification type des industries d'Australie et de Nouvelle-Zélande (ANZSIC), voir annexe. Les estimations de la croissance de la PTF de cet agrégat sont publiées par l'ABS dans le catalogue n° 5260.0.55.002.

Figure I – Évolution de la productivité totale des facteurs dans les 16 industries du secteur marchand, 1994-1995 à 2016-2017



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002).

La figure II montre ces trois scénarios de PTF, ainsi que le taux annuel moyen de la croissance de la production requise pour atteindre chaque niveau de ces taux de croissance de la PTF.

L'analyse se concentre principalement sur l'erreur potentielle de mesure de la formation brute de capital fixe (FBCF), de la consommation finale des ménages, de la valeur ajoutée brute (VAB) et des déflateurs de prix associés. Les mesures des revenus, en revanche, s'avèrent plus robustes. Bien que le système de comptabilité nationale australien redresse les données sources afin de remédier à toute sous-déclaration des revenus (par exemple, les transactions en espèces dans le secteur de la construction), les transactions numériques sont différentes car la relation correspondante est habituellement tripartite et passe par un intermédiaire. Les transactions sont plus susceptibles d'être enregistrées dans les données fiscales, car l'intermédiaire a un numéro d'entreprise australien (ABN) afin d'exercer ses activités⁵. En conséquence, les transactions numériques n'ont pas eu d'impact sur l'excédent brut d'exploitation ou sur les parts de revenu utilisées pour agréger les services du capital du secteur marchand. Cela suppose que toute sous-déclaration des revenus est affectée de façon proportionnelle aux parts des revenus du travail et du capital.

La section suivante détaille les résultats empiriques obtenus pour les activités numériques

identifiées comme les plus susceptibles de « production manquante », à savoir l'économie du partage, la tarification des télécommunications et les améliorations des technologies de l'information.

2.1. Économie du partage

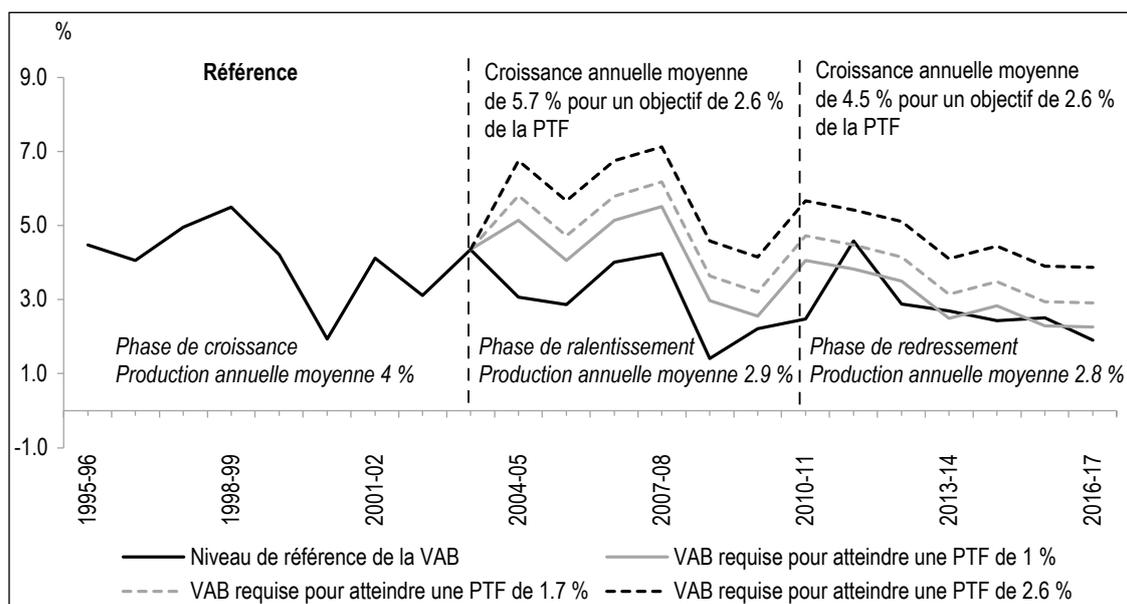
Nous évaluons trois formes globales d'intermédiation des services P2P (économie du partage) : la distribution, les services de covoiturage et les services d'intermédiation financière. Pour une discussion détaillée sur ces services P2P, voir Ahmad & Schreyer (2016).

2.1.1. La distribution P2P

Le commerce de détail P2P (ou de consommateur à consommateur) désigne les transactions facilitées par une plateforme numérique tierce qui met les acheteurs en contact avec les vendeurs. Les transactions de détail sous-jacentes ne sont pas nouvelles. En termes conceptuels, toutes ces transactions, ainsi que la VAB qui en résulte, sont enregistrées dans le PIB. La principale nouveauté repose sur le fait que les activités numériques décuplent l'ampleur

5. S'agissant des activités numériques, il est moins probable que les revenus déclarés soient sous-estimés car les transactions effectuées entre le facilitateur et le fournisseur de services sont généralement gérées sur des plateformes numériques plutôt qu'en espèces. En outre, les entreprises concernées doivent avoir un numéro ABN si leur chiffre d'affaires annuel est supérieur à 75 000 AUD.

Figure II – Croissance de la production requise au sein du secteur marchand après 2003-2004 pour plusieurs objectifs de productivité totale des facteurs



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002) ; calculs des auteurs.

de ces transactions, car les intermédiaires en ligne réduisent les barrières à l'entrée et l'accès à l'Internet facilite l'entrée des consommateurs (Ahmad & Schreyer, 2016). En Australie, de nombreux magasins physiques ont étendu leurs activités au commerce en ligne, par le biais de leur propre portail ou d'un intermédiaire numérique.

Si les enquêtes ont confirmé que les produits achetés et vendus sur les plateformes de commerce de détail P2P sont saisis dans les dépenses de consommation finale des ménages et dans les importations, nous identifions une possible sous-estimation de la VAB du secteur du commerce de détail, due à la sous-couverture des intermédiaires P2P entre 1999-2000 et 2013-2014. Cela découle principalement du fait que certains vendeurs en ligne n'ont pas le numéro ABN requis pour être inclus dans les enquêtes de l'ABS. Pour en tenir compte, les frais de vente des intermédiaires numériques ont été modélisés en utilisant une méthode de frais moyens par transaction pour les détaillants sans ABN

La valeur des nouveaux biens produits en Australie (hors biens de seconde main et importations) et vendus par ces commerçants en ligne a été estimée à environ 4 % de la mesure de volume chaîné de la VAB du secteur du commerce de détail en 2016-2017. La figure III montre que l'impact du redressement effectué pour les activités P2P sur les mesures en volume

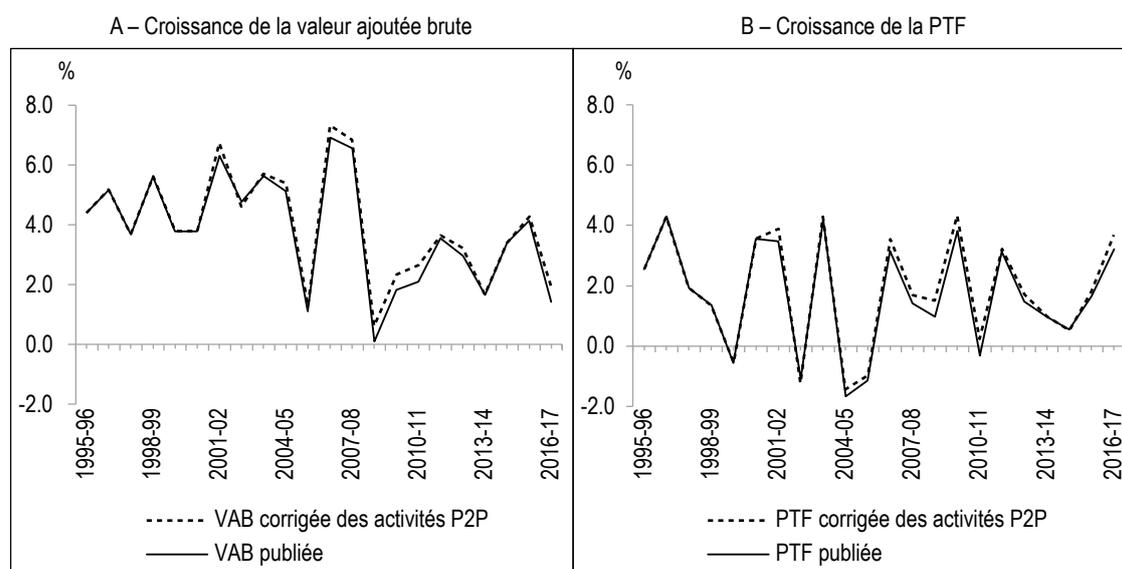
chaîné de la VAB du secteur du commerce de détail et sur la croissance de la PTF a été minime entre 2001-2002 et 2016-2017.

2.2.2. Services de covoiturage

Le covoiturage P2P désigne les services de transport routier qui mettent les conducteurs en contact avec des passagers *via* une plateforme numérique. Les transactions se font grâce à des applications installées sur des tablettes ou des smartphones. L'indice des prix des courses de taxi n'est pas nécessairement un déflateur adéquat, car les prix (qui dépendent de l'offre et de demande sur le marché) et la qualité des courses sont plus dynamiques. Par exemple, les prix du covoiturage sont inférieurs à ceux d'une course de taxi lorsque la demande est modérée mais, lorsque la demande est élevée, les prix du covoiturage peuvent dépasser ceux d'une course de taxi standard. Pour cette raison, l'ABS applique au covoiturage P2P un indice de prix distinct.

En Australie, les services de covoiturage ont fortement augmenté depuis 2014-2015, et ont facilité près de 10 millions de trajets depuis leur lancement. Une possible production manquante a été identifiée avant 2015-2016, c'est-à-dire avant qu'une nouvelle loi fiscale n'impose aux conducteurs d'obtenir un numéro ABN. Pour la quantifier, une estimation haute de 2 % de la part de marché de 2012-2013 a été utilisée, sans aucune distorsion de prix cette année-là.

Figure III – Commerce de détail, 1995-1996 à 2016-2017



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002 et Australian System of National Accounts, 2016-17, Cat. no. 5204.0) ; calculs des auteurs.

Il en est ressorti que la part des services de covoiturage a progressivement augmenté dans le marché des services de transport, passant de 4 % en 2013-2014 à 6 % en 2014-2015 puis à 10 % depuis 2015-2016. Pour ajuster d'une croissance potentiellement manquante des volumes, l'analyse a supposé des prix situés à une borne inférieure de 40 % de moins que les courses de taxi. Le fait de tenir compte, dans le déflateur, de l'ampleur de la réduction de prix offerte par le covoiturage renforce la croissance de la production en volume non seulement par le biais d'une tarification flexible mais aussi par le biais d'une concurrence accrue, qui a freiné la croissance des prix ces dernières années, voie engendré une baisse pour certains. Par ailleurs, depuis 2013-2014, la modélisation du déflateur combiné des prix des courses de taxi et du covoiturage n'a pas montré de croissance significative des prix.

La modélisation des services de covoiturage est plus complexe que celle du commerce de détail P2P. Non seulement la tarification est plus dynamique, mais en plus il faut reclassifier la composante « Dépenses de consommation finale des ménages » attribuée aux services de covoiturage en tant que FBCF, ce qui affecte les services du capital et, par conséquent, la productivité (Ahmad & Schreyer, 2016)⁶. Pour tenir compte de cet effet, une partie des stocks de biens de consommation durables attribuables au covoiturage a été attribuée aux services du capital des véhicules routiers dans le secteur

'Transports, poste et stockage'. Néanmoins, bien qu'il soit significatif dans le cadre des dépenses de consommation du segment des transports, ce redressement est minime au niveau global de la VAB du secteur 'Transports, poste et stockage' (moins de 0.1 %). L'impact de ces redressements sur la croissance de la VAB réelle et de la PTF au sein du secteur 'Transports, poste et stockage', présenté à la figure IV, est minime.

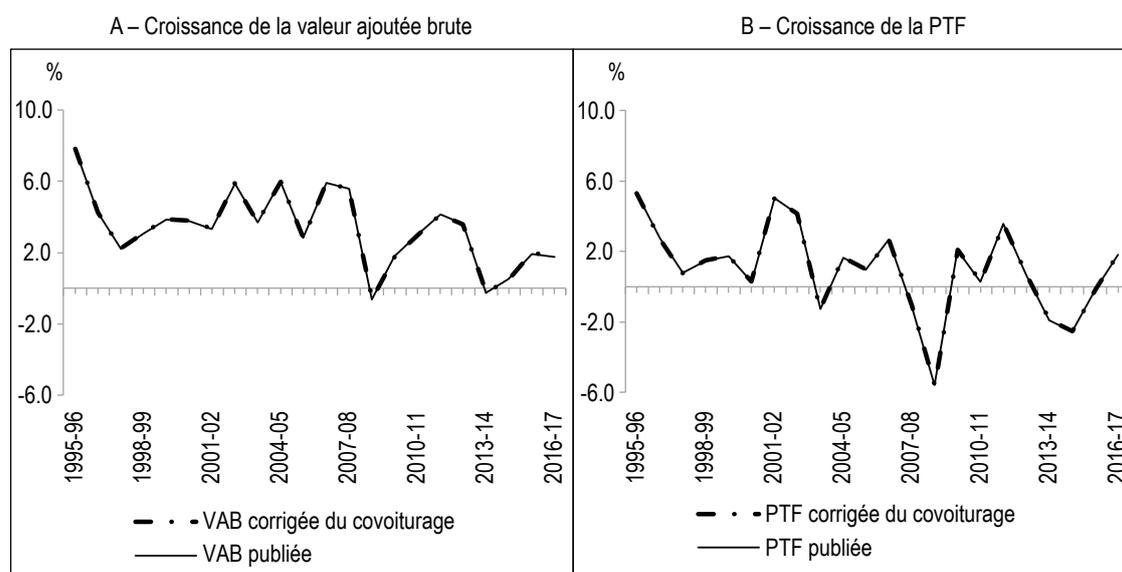
2.2.3. Prêts P2P

Les prêts P2P permettent de mettre les emprunteurs en contact avec les prêteurs par le biais d'une plateforme numérique sur laquelle des intermédiaires fournissent des services de transformation de liquidités. Ces services, qui fonctionnent selon un processus d'enchères, offrent une plus grande flexibilité que les prêts traditionnels des établissements financiers au niveau des taux d'intérêt et des risques. Les prêts P2P relèvent de la sous-division 'Finance' du secteur des services financiers et d'assurance.

Pour prendre en compte l'impact de l'émergence des prêts P2P, la VAB du secteur des services financiers et d'assurance a été corrigée afin de saisir les prêts manquants. L'analyse sectorielle

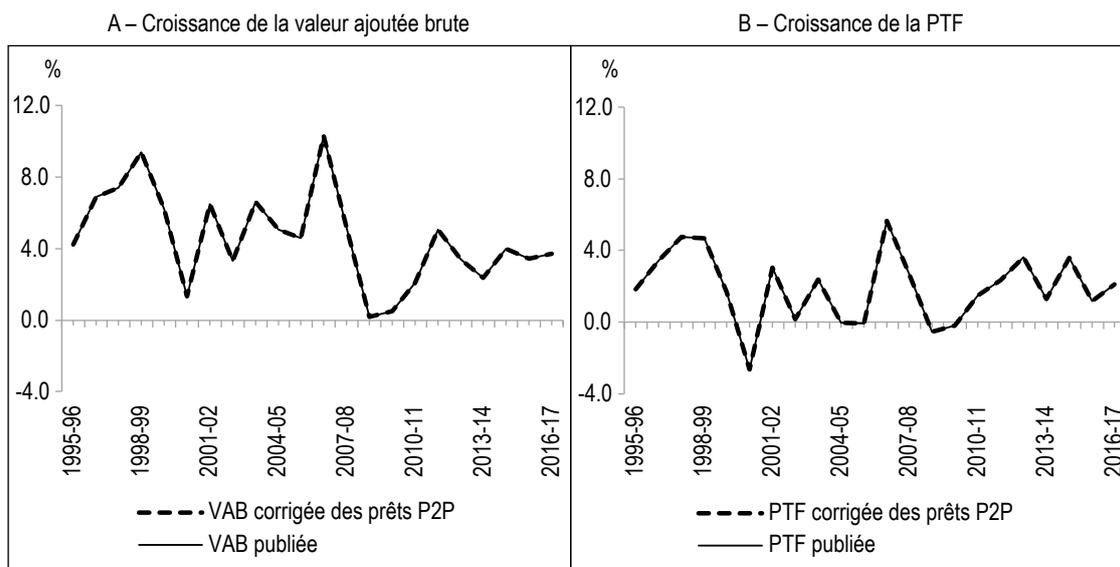
6. Cette reclassification n'a pas d'impact sur la croissance du PIB, à condition d'appliquer un redressement compensateur de même ampleur sur les dépenses de consommation finale des ménages pour les véhicules motorisés devant être capitalisés.

Figure IV – Secteur 'Transports, poste et stockage', 1995-1996 à 2016-2017



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002 et Australian System of National Accounts, 2016-17, Cat. no. 5204.0) ; calculs des auteurs.

Figure V – Secteur des services financiers et d'assurance, 1995-1996 à 2016-2017



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002 et Australian System of National Accounts, 2016-17, Cat. no. 5204.0) ; calculs des auteurs.

du marché des prêts P2P montre que la potentielle VAB manquante correspondant aux prêts P2P non enregistrés dans le secteur des services financiers et d'assurance ne représentait que 0.3 % des mesures de volume chaîné de la VAB totale du secteur en 2013-2014, 0.6 % en 2014-2015 et 1 % en 2015-2016 et 2016-2017. En conséquence, le redressement de la production n'a pas eu d'impact important sur la croissance de la VAB ou de la PTF dans le secteur des services financiers et d'assurance (figure V).

2.3. Prix de l'accès à l'Internet corrigés de la qualité

Les variations de qualité des produits numériques peuvent également influencer les prix, et en conséquence les estimations de volumes du PIB et de la productivité. Un élément clé en la matière est le prix des services de télécommunication. Les progrès technologiques ont permis aux fournisseurs d'accès à l'Internet d'offrir à leurs clients des limites de téléchargement de plus en plus élevées pour un coût supplémentaire minime, voire nul, et parfois des forfaits illimités qui leur permettent de fidéliser leurs clients. De plus, compte tenu de l'émergence des tablettes et des smartphones, le nombre d'utilisateurs de services d'Internet sans fil a fortement augmenté. Par exemple, l'édition de juin 2018 du rapport sur l'activité Internet de l'ABS (2018b) indique que les données téléchargées sans fil par client ont triplé depuis 2010.

Depuis 2013-2014, l'indice des prix d'accès à l'Internet corrigés de la qualité établi dans le cadre de la comptabilité nationale se fonde sur les variations de l'indice des prix à la consommation des équipements et services de télécommunication (IPC Télécom). L'IPC Télécom est corrigé de la qualité pour refléter, par exemple, des limites de téléchargement de plus en plus élevées, et a diminué d'environ 20 % depuis 2013-2014.

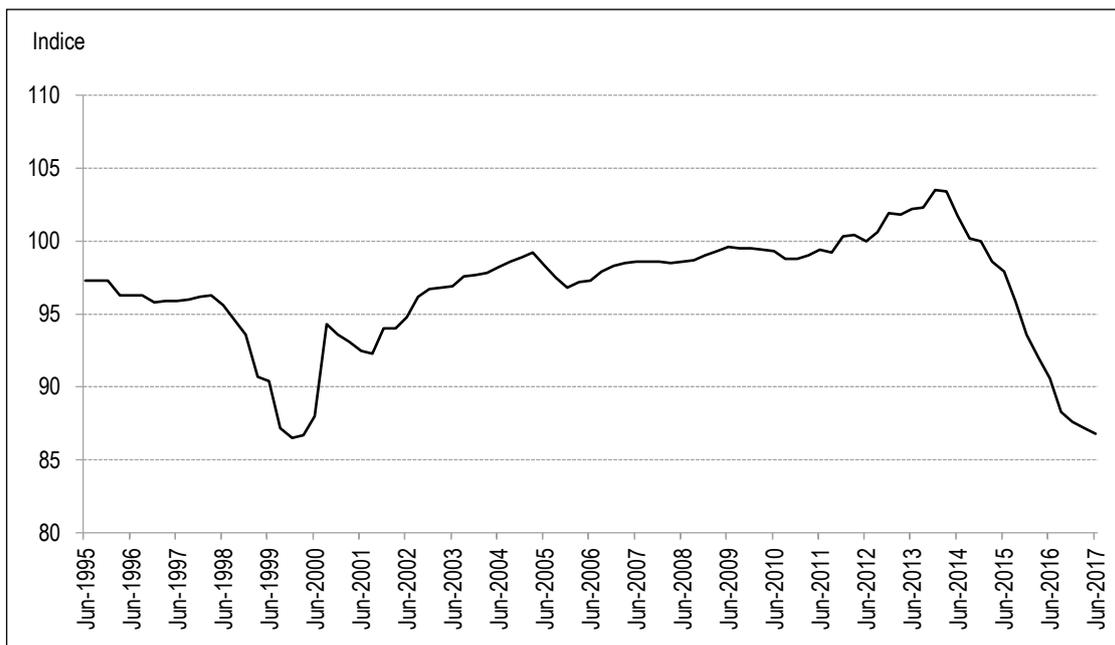
Depuis le premier trimestre 2014, l'ABS utilise beaucoup plus de données de transactions dans le calcul de l'IPC australien, qui inclut les transactions relatives aux services de télécommunication⁷. Ces données de transaction ont permis de remplacer les prix ponctuels de certains produits (précédemment collectés sur le terrain) par une valeur unitaire (fondée sur les données de transaction). L'approche de la valeur unitaire est décrite dans ABS (2018a) et ILO (2004)⁸.

L'IPC Télécom a globalement progressé durant la période précédant 2014-2015 (c'est-à-dire avant l'adoption de l'approche de la valeur unitaire), puis a régulièrement reculé à compter de 2014-2015 à mesure de la diminution progressive des prix corrigés de la qualité (figure VI). Toutefois, des informations sont disponibles

7. Pour plus de détails, voir l'article « The Australian CPI: A Contemporary Measure of Household Inflation » dans l'édition du troisième trimestre 2017 de l'IPC australien (cat. 6401.0).

8. Voir sections 10.105 à 10.107 de (ILO, 2004).

Figure VI – IPC des équipements et services de télécommunication



Source : ABS (Consumer Price Index, Australia, Jun 2017, Cat. no. 6401.0 et Internet Activity, Australia Cat. no. 8153.0) ; calculs des auteurs.

pour modéliser les variations de qualité de certains sous-groupes de télécommunications avant 2014-2015. En particulier, le volume de données sans fil téléchargées et le nombre d'abonnés reflètent le fait que les volumes de téléchargement augmentent régulièrement depuis 2010 (ABS, 2018b). En conséquence, un redressement a été appliqué afin de saisir la croissance de la production réelle, sous-estimée durant la période précédant l'introduction de la méthode de la valeur unitaire, entre 2008-2009 et 2013-2014. Cela a été modélisé en rétroplant la relation post-2013-2014 entre l'IPC Télécom et les téléchargements de données sans fil par abonné, puisque la sous-estimation de la croissance de la VAB avait été identifiée principalement dans la composante Télécommunications sans fil. Avant 2008-2009, dans la mesure où aucune information spécifique sur les téléchargements par abonné n'était disponible pour modéliser l'ampleur des variations de quantité, c'est l'IPC Télécom qui était utilisé.

Cette approche souligne l'impact des variations de qualité cachées sur la VAB et la PTF du secteur de l'information, des médias et des télécommunications entre 2009-2010 et 2013-2014 (voir figure VII). Si l'on suppose que la relation post 2013-2014 entre les téléchargements sans fil par abonné et l'IPC Télécommunications est maintenue, cela produit un impact positif sur la croissance de la VAB et de la PTF, sachant

que les tendances de la croissance de la VAB corrigée correspondent plus étroitement à celles d'avant 2008-2009 et d'après 2013-2014.

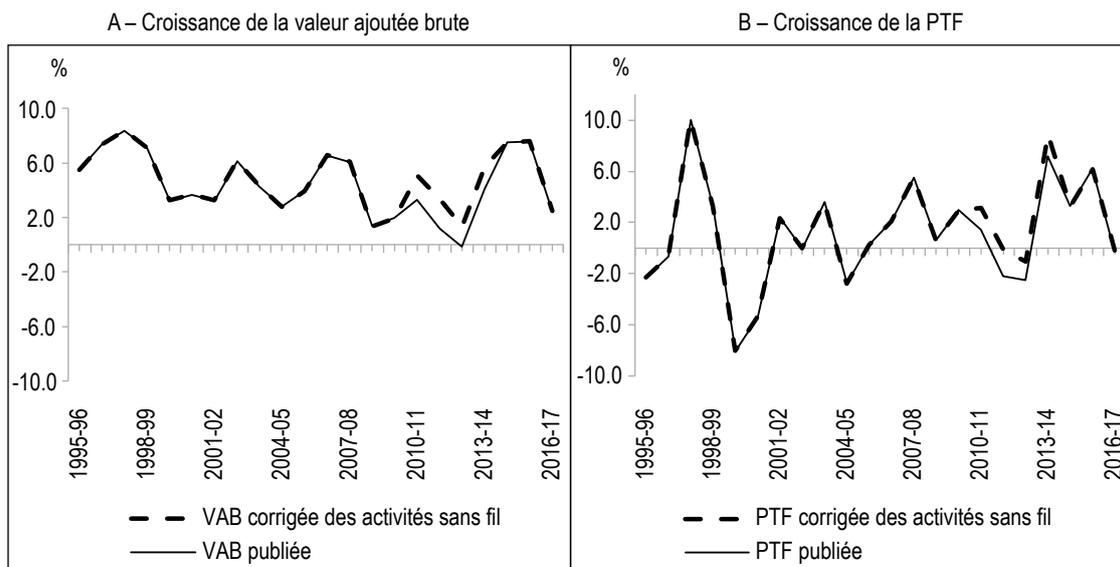
2.4. Services du capital du secteur des technologies de l'information

Le facteur capital est une composante importante de la mesure de la PTF. On évalue ici les hypothèses de stock de capital pour les ordinateurs et les logiciels, que l'on regroupe sous l'appellation « capital informatique ». À l'heure actuelle, pour les ordinateurs et les logiciels, la durée de vie moyenne des actifs (c'est-à-dire la période moyenne pendant laquelle ils sont utilisés dans la production) est fixe dans le temps dans l'ensemble des secteurs⁹. En outre, le paramètre de dépréciation de l'efficacité utilisé pour estimer les flux des services du capital est également appliqué à tous les types de machines et d'équipements¹⁰.

9. Le règlement de comptabilité nationale australienne SNA08 comptabilise également la capitalisation des bases de données comme produits de la propriété intellectuelle, recommandant l'approche du coût de production ou le prix de marché si les bases de données sont vendues. Toutefois, les bases de données capitalisées ne sont pas enregistrées dans le système de comptabilité nationale australien en raison du manque de données disponibles.

10. La baisse de l'efficacité productive, à mesure du vieillissement d'un actif, est décrite par une fonction âge-efficacité qui détermine la perte d'efficacité, due principalement à l'usure, à mesure du vieillissement de l'actif concerné.

Figure VII – Secteur de l'information, des médias et des télécommunications, de 1995-1996 à 2016-2017



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002 et Australian System of National Accounts, 2016-17, Cat. no. 5204.0) ; calculs des auteurs.

Pour les ordinateurs, dans tous les secteurs, l'ABS applique actuellement une fonction de dépréciation hyperbolique avec un paramètre de réduction de l'efficacité de 0.5. La dépréciation s'accélère à mesure du vieillissement des ordinateurs en raison de l'usure¹¹. Toutefois, Diewert & Wei (2017) affirment que le flux de service généré par un ordinateur pendant sa durée de vie utile reste plus ou moins constant, ce qui suggère une fonction âge-efficacité échappant au processus de vieillissement (« one-hoss shay », paramètre d'efficacité constant de 1.0)¹².

La durée de vie attribuée aux ordinateurs et aux logiciels par l'ABS est actuellement appliquée uniformément dans tous les secteurs. Toutefois, le rapport Bean note que l'efficacité et la transférabilité du capital informatique peuvent varier selon les secteurs (Bean, 2016). Le rapport entre la FBCF dans le secteur informatique et la FBCF totale indique que certains secteurs (par exemple celui des services financiers et d'assurance et celui des services administratifs et de soutien) sont plus susceptibles de faire une utilisation intensive des ordinateurs, ainsi que d'adopter plus rapidement de nouveaux ordinateurs plus performants. Les taux de remplacement plus rapides impliquent une durée de vie plus courte des actifs informatiques dans ces secteurs (Bean, 2016)¹³.

Pour tenir compte de ces effets, une fonction âge-efficacité échappant au vieillissement « one-hoss shay » a été appliquée aux ordinateurs

et aux logiciels et une durée de vie plus courte des ordinateurs et des logiciels a été appliquée dans les secteurs où l'utilisation de capital informatique est plus intensive. Les hypothèses sur le stock de capital, ainsi que les nouvelles hypothèses estimées, sont présentées dans les tableaux 1 et 2 respectivement. Des redressements sont apportés au paramètre de réduction de l'efficacité et à la durée de vie des actifs à partir de 1999-2000.

La figure VIII-A montre que la croissance des services du capital du secteur des services financiers et d'assurance a fortement ralenti en raison de la durée de vie beaucoup plus courte des actifs appliquée dans les simulations. Cela vient de la durée de vie plus courte des actifs, qui réduit la part du stock de capital informatique en plus forte croissance, par rapport au stock de capital non informatique, dans le secteur. Cela compense largement l'accélération de la croissance des services du capital due à l'application de la fonction âge-efficacité « one-hoss shay », engendrant ainsi une accélération de la croissance de la PTF dans ce secteur. Dans la plupart des autres secteurs, l'impact de la fonction

11. L'ABS utilise une fonction hyperbolique dans laquelle l'efficacité de l'actif diminue tout d'abord faiblement, après quoi le taux de dépréciation s'accélère à mesure du vieillissement de l'actif. Voir ABS (2015) pour une discussion sur la mesure du stock de capital.

12. Le modèle « one-hoss shay » (c'est-à-dire sans vieillissement) suppose un flux de service constant de l'actif pendant toute sa durée de vie.

13. Par exemple, le secteur des services financiers et d'assurance englobe des technologies numériques telles que les services bancaires en ligne.

Tableau 1 – Hypothèses sur le stock de capital pour les actifs informatiques

Type d'actif	Pente de la courbe âge-efficacité (bêta)	Durée de vie moyenne de l'actif		
		4 ans	5 ans	6 ans
Ordinateurs	0.5		Toutes les divisions	
Logiciels pour ordinateurs (achetés)	0.5	Toutes les divisions		
Logiciels pour ordinateurs (internes)	0.5			Toutes les divisions

Note : voir en annexe la liste des divisions de la classification type des industries d'Australie et de Nouvelle-Zélande (ANZSIC).

Tableau 2 – Allocation sectorielle des hypothèses révisées sur le stock de capital pour les services du capital informatique

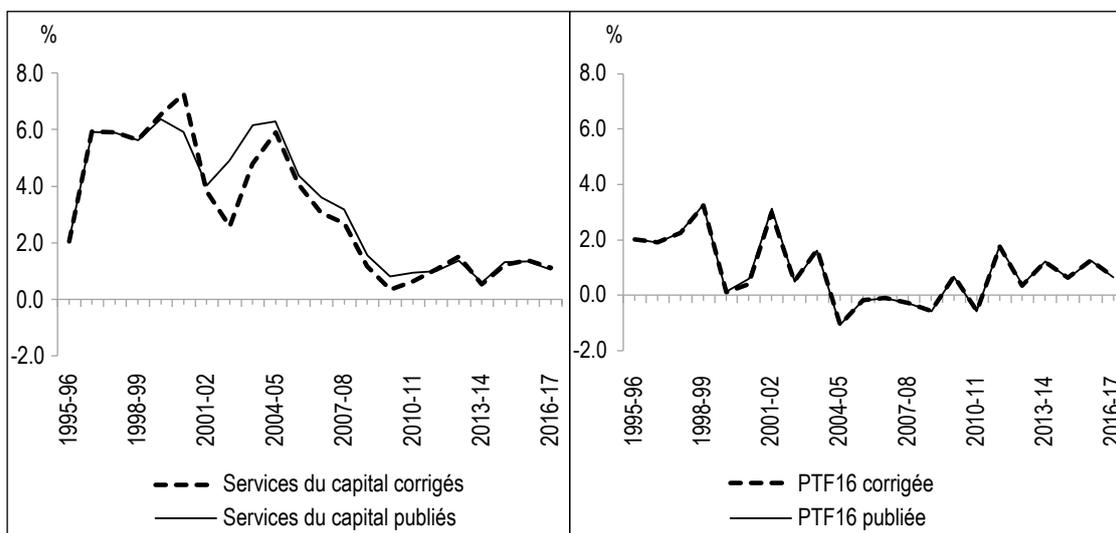
Type d'actif	Pente de la courbe âge-efficacité (bêta)	Durée de vie moyenne de l'actif			
		2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Ordinateurs	1	Divisions K et N	Divisions G et M	Divisions A, B, C, D, E, F, H, I, J, L, R et S	
Logiciels pour ordinateurs (achetés)	1	Divisions K et N	Divisions F, G, J, M et S	Divisions A, B, C, D, E, H, I, L et R	
Logiciels pour ordinateurs (internes)	1		Divisions K et N	Divisions F, G, J, M et S	Divisions A, B, C, D, E, H, I, L et R

Note : voir en annexe la liste des divisions de la classification type des industries d'Australie et de Nouvelle-Zélande (ANZSIC).

Figure VIII – Impact de l'optimisation des technologies d'information et de communication, 1995-1996 à 2016-2017

A – Croissance des services du capital dans le secteur des services financiers et d'assurance

B – Croissance de la PTF dans le secteur marchand



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002) et simulations du stock de capital avec different hypothèses âge-efficience.

« one-hoss shay » sur la croissance des services du capital compense largement le ralentissement de la croissance des services du capital dû à la durée de vie plus courte des actifs, engendrant

ainsi un ralentissement de la croissance de la PTF dans ces secteurs. La figure VIII-B montre que l'impact global sur le secteur marchand est quasiment neutre.

2.5. Impact global des activités numériques modélisées

Tous les impacts examinés ont été combinés en un impact global des activités numériques sur la productivité du secteur marchand australien. La figure IX présente le scénario d'une borne haute de l'objectif de croissance de la production correspondant à une croissance de la PTF de 2.6 %. L'impact global de la production numérique potentiellement manquante sur la croissance de la valeur ajoutée brute du secteur marchand est peu important durant la phase de ralentissement de la productivité (de 2003-2004 à 2010-2011). La croissance de la VAB réelle s'est accélérée durant la phase de redressement (depuis 2011-2012). En 2016-2017, la VAB corrigée de la production numérique affichait une croissance supérieure de 0.6 % par an à celle de la VAB de référence publiée.

La figure montre également que la borne haute de l'objectif de production était plus élevée pendant la phase de ralentissement que pendant la phase de redressement. Au début de la phase de redressement, cet objectif et la croissance de la VAB incluant la possible production numérique manquante commencent à converger. En 2016-2017, la VAB corrigée se situe à peu près à mi-chemin entre le niveau de référence et la borne haute de la croissance de la production pour 2016-2017.

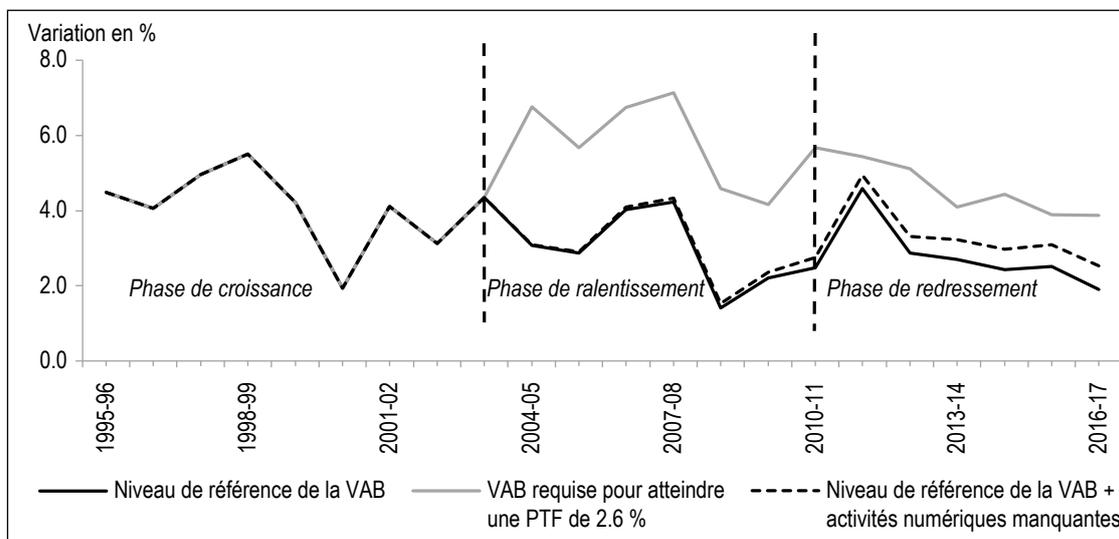
Pour mettre la production contrefactuelle en contexte, la valeur ajoutée brute réelle du secteur

marchand en 2016-2017, à savoir 34 768 AUD par tête, aurait dû augmenter de 12 278 AUD par tête pour maintenir une croissance de la PTF de 2.6 % dans le secteur marchand après 2004. Toutefois, la possible production numérique manquante ne représente que 1 361 AUD par tête et la majeure partie de l'écart de production contrefactuelle (10 918 AUD par tête) ne s'explique pas. De la même façon, Syverson avait estimé que, pour maintenir la croissance de la productivité du travail des États-Unis au taux annuel moyen de la période précédant le ralentissement de 1994-1995 à 2003-2004 (2.8 % par an), il aurait fallu une production contrefactuelle réelle post 2004 supérieure d'environ 17 % en 2015, soit environ 9 300 USD par tête. Le surplus du consommateur (hors champ de la production) tiré des nouvelles activités numériques en 2015 est estimé à environ 3 900 USD par tête, largement en deçà de la production contrefactuelle par tête requise pour maintenir la croissance de la productivité du travail à 2.8 %¹⁴. En revanche, l'écart de production contrefactuelle pouvant s'expliquer par la production numérique manquante en Australie est proportionnellement inférieur.

La figure X montre la contribution des activités numériques à la croissance de la PTF pour différentes plateformes. On constate que

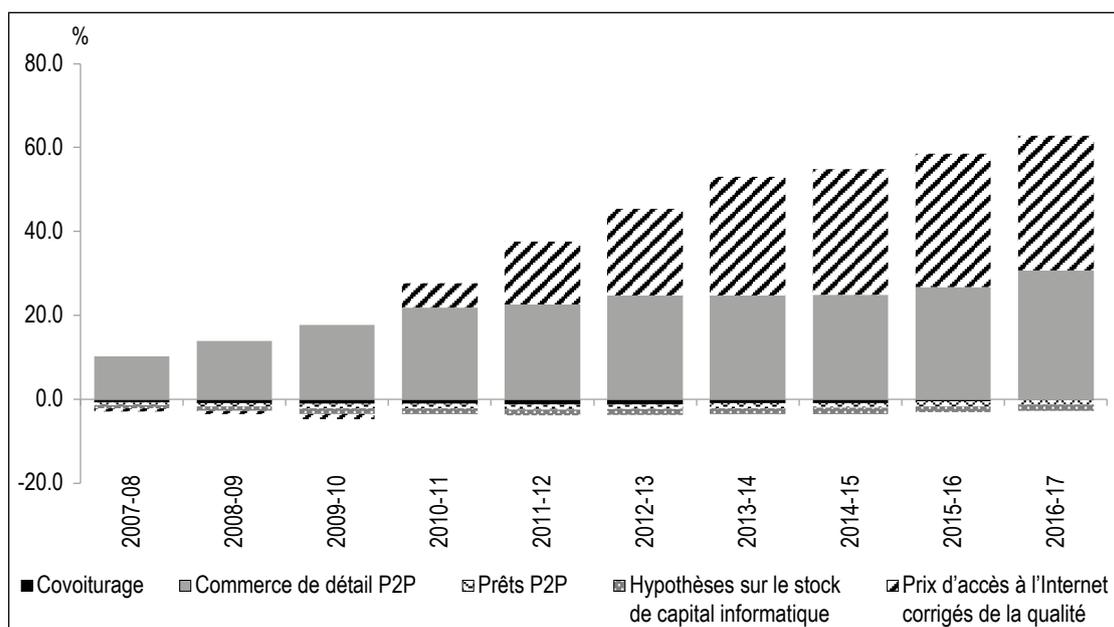
14. Les estimations du surplus du consommateur peuvent être très différentes selon le modèle et de l'approche utilisés. Par exemple, Brynjolfsson & Oh (2012) estiment que le gain de bien-être tiré des biens et services numériques gratuits a dépassé les 100 milliards de dollars américains par an en moyenne entre 2007 et 2011.

Figure IX – Impact des activités numériques sur la croissance de la valeur ajoutée brute réelle, 1995-1996 à 2016-2017



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002 et Australian System of National Accounts, 2016-17, Cat. no. 5204.0) ; calculs des auteurs.

Figure X – Contribution de différentes plateformes numériques à la productivité totale des facteurs, 2007-2008 à 2016-2017



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002 et Australian System of National Accounts, 2016-17, Cat. no. 5204.0) ; calculs des auteurs.

le commerce de détail P2P et les prix d'accès à l'Internet corrigés de la qualité ont le plus contribué à l'erreur potentielle de mesure des activités numériques. En revanche, l'impact du covoiturage, des prêts P2P et de l'optimisation des technologies d'information et de communication est négligeable.

Une autre façon de présenter la production potentiellement manquante due aux activités numériques consiste à la comparer au reste de la production manquante requise pour réaliser le contrefactuel. La figure X illustre cette comparaison pour le scénario de la borne haute de la PTF. Elle montre que, durant la phase de ralentissement de la productivité, la contribution de la production numérique potentiellement manquante à la production contrefactuelle requise est faible, bien que cette part augmente durant la phase de redressement. Par exemple, en 2016-2017, la production potentiellement manquante due aux activités numériques représente environ 30 % de la production contrefactuelle. Cette part accrue s'explique en partie par la moindre production contrefactuelle requise durant la phase de redressement.

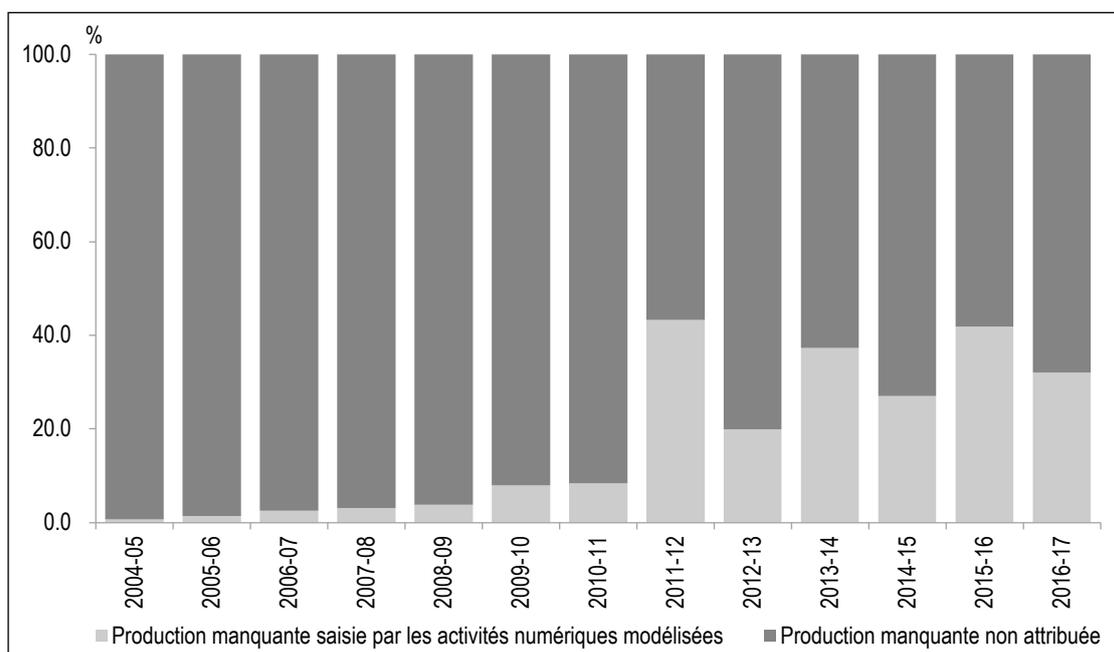
La figure XI indique que, si la production contrefactuelle attribuable aux activités numériques est minime, son impact grandit néanmoins au fil du temps. Ce résultat suggère que l'ABS,

et peut-être d'autres instituts de statistique, doivent rester proactifs afin de veiller à ce que les méthodes de collecte des données et de tarification saisissent correctement l'influence croissante de la production facilitée par le numérique. La figure XI montre également que la production non numérique non attribuée représente la plus grande partie de la production contrefactuelle, surtout pendant la phase de ralentissement.

3. Sources sectorielles du ralentissement de la PTF en Australie

Puisqu'il ressort de l'analyse que l'erreur de mesure des activités numériques est trop faible pour jouer un rôle important dans le ralentissement de la productivité constaté en Australie après 2004, il convient de poser une question cruciale : quelles sont les sources du ralentissement de la productivité ? Pour y répondre, nous pouvons, entre autres, nous concentrer sur les secteurs ayant enregistré la plus forte baisse de la croissance de la productivité durant cette période. L'un des principaux secteurs est celui de l'exploitation minière, qui a généré une grande partie de la production du secteur marchand entre 2000-2001 et 2006-2007 en raison d'un essor des ressources. Néanmoins, ce secteur a enregistré une forte baisse de la croissance de sa PTF qui a largement contribué

Figure XI – Impact global de la possible erreur de mesure des activités numériques, 2004-2005 à 2016-2017



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002 et Australian System of National Accounts, 2016-17, Cat. no. 5204.0); calculs des auteurs.

au ralentissement de cette croissance dans l'ensemble du secteur marchand. En dehors de l'exploitation minière, le ralentissement de la productivité enregistré en Australie après 2004 s'est concentré dans un petit nombre de secteurs, dont celui de l'électricité, du gaz, de l'eau et du traitement des déchets et celui de la location et des services immobiliers.

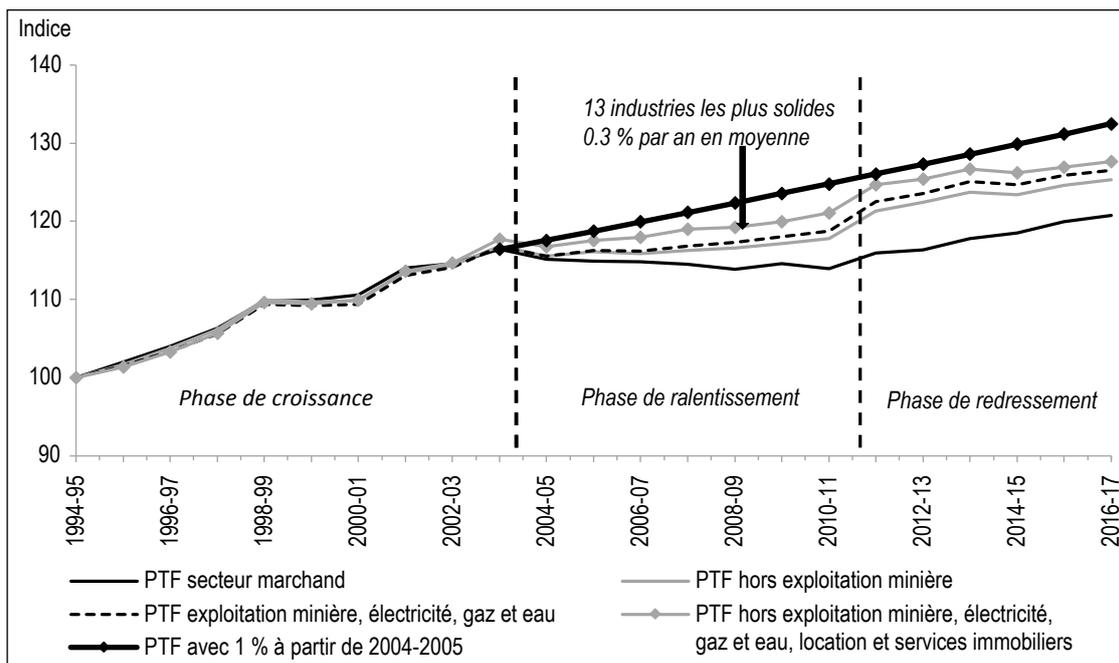
Dans le secteur de l'exploitation minière et celui de l'électricité, du gaz, de l'eau et du traitement des déchets, l'intensité du numérique est trop faible pour expliquer le ralentissement, qui peut être attribué à d'autres facteurs. Par exemple, la Commission de la productivité note un décalage entre les investissements et la production, ainsi qu'une utilisation plus intensive des ressources naturelles dans le processus de production, par exemple les minéraux et l'énergie dans le secteur de l'exploitation minière (voir Topp *et al.*, 2008) et les ressources en eau dans le secteur de l'électricité, du gaz et de l'eau (Topp & Kulys, 2012). Les mesures officielles de la productivité ne tiennent pas compte des ressources naturelles dans les services du capital parce que les producteurs n'ont pas de droit de propriété sur ces ressources. Toutefois, plusieurs études récentes modélisent l'impact de l'utilisation des minéraux et de l'énergie dans le secteur de l'exploitation minière. Par exemple, une étude réalisée par l'ABS en 2013 concluait au

ralentissement de la croissance des services du capital dans le secteur de l'exploitation minière lorsque les intrants relatifs aux minéraux et à l'énergie sont inclus, ce qui engendre une baisse de la PTF mesurée.

Pour bien comprendre les sources du ralentissement de la productivité en Australie, il est nécessaire d'examiner l'influence de chacun de ces secteurs sur la PTF du secteur marchand. La figure XII montre que, lorsque la PTF des secteurs de l'exploitation minière, de l'électricité, du gaz, de l'eau et du traitement des déchets et de la location et des services immobiliers est exclue de l'estimation de la PTF du secteur marchand, les 13 industries restantes affichent une croissance positive de 0.3 % par an en moyenne pendant la phase de ralentissement¹⁵. Cela conforte les résultats mentionnés plus haut quant au rôle minime des activités numériques dans le ralentissement de la productivité.

15. L'ABS a utilisé les données du tableau 23 du catalogue 5260.0.55.002 pour faciliter l'estimation de plusieurs sous-ensembles, comme le secteur marchand hors exploitation minière.

Figure XII – Sources sectorielles du ralentissement de la PTF, 1994-1995 à 2016-2017



Source : ABS (Estimates of Industry Multifactor Productivity, 2016-17, Cat. no. 5260.0.55.002) ; calculs des auteurs.

* *
*

L'analyse empirique menée dans le cadre du présent article suggère que l'erreur de mesure des activités numériques n'est pas assez importante pour expliquer la majeure partie du ralentissement de la productivité. Cette conclusion confirme les résultats semblables établis

pour les États-Unis par Syverson (2017) et Byrne *et al.* (2016), selon lesquels il aurait fallu que l'erreur de mesure des activités numériques soit très largement supérieure pour compenser le ralentissement de la productivité. En outre, le ralentissement de la productivité semble, pour l'essentiel, ne pas être corrélé à la pénétration des technologies de l'information dans les différents secteurs et pays. □

BIBLIOGRAPHIE

ABS (2018a). Consumer Price Index: Concepts, Sources and Methods (Cat. no. 6461.0). Australian Bureau of Statistics. <https://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/mf/6461.0>

ABS (2018b). Internet Activity, Australia (Cat. no. 8153.0). Australian Bureau of Statistics. <https://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/allprimarymainfeatures/6342EA2E47A514E0CA25825F0014B06A?opendocument>

ABS (2017). The Australian CPI: A Contemporary Measure of Household Inflation (Cat. no. 6401.0). Australian Bureau of Statistics. <https://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/Lookup/6401.0Feature+Article2Sep+2017>

ABS (2015). The Australian System of National Accounts: Concepts, Sources and Methods (Cat. no. 5216.0). Australian Bureau of Statistics. <https://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/mf/5216.0>

ABS (2013). Introduction of Mining Natural Resources into Australia's Productivity Measures (Cat. no. 5204.0.55.010). Australian Bureau of Statistics. <https://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/7d12b0f6763c78caca257061001cc588/db52709664089c9eca257d0a00118204!OpenDocument>

- Ahmad, N. & Schreyer, P. (2016).** Measuring GDP in a digitalised economy. OECD Statistics *Working Papers* 2016/07. Paris: OECD Publishing.
https://www.oecd-ilibrary.org/economics/measuring-gdp-in-a-digitalised-economy_5j1wqd81d09r-en
- Bean, S. C. (2016).** *Independent Review of UK Economic Statistics*. Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/independent-review-of-uk-economic-statistics-final-report>
- Brynjolfsson, E. & Oh, J. (2012).** *The Attention Economy: Measuring the Value of Free Digital Services on the Internet*. Proceedings of the Thirty Third International Conference on Information Systems, Orlando 2012.
<https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1045&context=icis2012>
- Byrne, D., Fernald, J. & Reinsdorf, M. (2016).** Does the United States have a productivity slowdown or a measurement problem? *Brookings Papers on Economic Activity*, 47(1), 109–182.
<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/03/byrnetextspring16bpea.pdf>
- Cardarelli, R. & Lusinyan, L. (2015).** U.S. Total Factor Productivity Slowdown: Evidence from the U.S. States. IMF, *Working Paper WP/15/116*. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2015/wp15116.pdf>
- Diewert, E. & Wei, H. (2017).** Getting rental prices right for computers: reconciling different perspectives on depreciation. *Review of Income and Wealth*, 63(1), 149–68.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/roiw.12249>
- ILO (2004).** *Consumer price index manual: Theory and practice*. International Labour Office, Geneva.
<https://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/download/cpi/order.pdf>
- Nakamura, L. & Soloveichik, R. (2015).** Capturing the Productivity Impact of the ‘Free’ Apps and Other Online Media. Federal Reserve Bank of Philadelphia *Working Paper*, N° 15-25.
https://conference.nber.org/conf_papers/f84255.pdf
- OECD (2017).** Measuring GDP in a digital economy. *Global Conference on the G-20 Data Gaps Initiative*. Washington DC, June 14-15, 2017.
<https://www.imf.org/en/Publications/SPROLLS/G20-Data-Gaps-Initiative#sort=%40imfdate%20descending>
- Topp, V. & Kulys, T. (2012).** Productivity in Electricity, Gas and Water: Measurement and Interpretation. Productivity Commission Staff *Working Paper*, Canberra.
<https://www.pc.gov.au/research/supporting/electricity-gas-water/electricity-gas-water.pdf>
- Topp, V., Soames, L., Parham, D. & Bloch, H. (2008).** Productivity in the Mining Industry: Measurement and Interpretation, Productivity Commission Staff *Working Paper*, December.
<https://www.pc.gov.au/research/supporting/mining-productivity>
- Syverson, C. (2017).** Challenges to Mismeasurement Explanations for the U.S. Productivity Slowdown. *Journal of Economic Perspectives*, 31(22), 165–186.
<https://ideas.repec.org/a/aea/jecper/v31y2017i2p165-86.html>. An earlier draft of this paper is also available at <https://www.nber.org/papers/w21974.pdf>
-

ANNEXE

Les 16 industries du secteur marchand dans les simulations de capital

A	Agriculture, foresterie et pêche	I	Services de transport, de stockage et de poste
B	Exploitation minière	J	Services d'information, de médias et de télécommunication
C	Activités manufacturières	K	Services financiers et d'assurance
D	Services d'électricité, de gaz, d'eau et de traitement des déchets	L	Location et services immobiliers
E	Construction	M	Services professionnels, scientifiques et techniques
F	Commerce de gros	N	Services administratifs et sociaux
G	Commerce de détail	R	Services artistiques et récréatifs
H	Hôtellerie et restauration	S	Autres services
