

Explication du ralentissement de la croissance de la productivité dans le secteur canadien des entreprises après l'an 2000 : les questions de mesure important-elles?

par Wulong Gu

Date de diffusion : le 29 octobre 2018



Statistique
Canada

Statistics
Canada

Canada

Comment obtenir d'autres renseignements

Pour toute demande de renseignements au sujet de ce produit ou sur l'ensemble des données et des services de Statistique Canada, visiter notre site Web à www.statcan.gc.ca.

Vous pouvez également communiquer avec nous par :

Courriel à STATCAN.infostats-infostats.STATCAN@canada.ca

Téléphone entre 8 h 30 et 16 h 30 du lundi au vendredi aux numéros suivants :

- | | |
|---|----------------|
| • Service de renseignements statistiques | 1-800-263-1136 |
| • Service national d'appareils de télécommunications pour les malentendants | 1-800-363-7629 |
| • Télécopieur | 1-514-283-9350 |

Programme des services de dépôt

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| • Service de renseignements | 1-800-635-7943 |
| • Télécopieur | 1-800-565-7757 |

Normes de service à la clientèle

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle que les employés observent. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1-800-263-1136. Les normes de service sont aussi publiées sur le site www.statcan.gc.ca sous « Contactez-nous » > « Normes de service à la clientèle ».

Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population du Canada, les entreprises, les administrations et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques exactes et actuelles.

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Industrie 2018

Tous droits réservés. L'utilisation de la présente publication est assujettie aux modalités de l'[entente de licence ouverte](#) de Statistique Canada.

Une [version HTML](#) est aussi disponible.

This publication is also available in English.

Explication du ralentissement de la croissance de la productivité dans le secteur canadien des entreprises après l'an 2000 : les questions de mesure important-elles?

par **Wulong Gu**

Division de l'analyse économique
Statistique Canada

11F0019M N° 409
ISSN 1205-9161
ISBN 978-0-660-27585-7

Novembre 2018

Direction des études analytiques Documents de recherche

La série Direction des études analytiques : documents de recherche permet de faire connaître les travaux de recherche effectués par le personnel de la Direction des études analytiques et les collaborateurs. Cette série a pour but de favoriser la discussion sur divers sujets, notamment le travail, l'immigration, la scolarité et les compétences, la mobilité du revenu, le bien-être, le vieillissement, la dynamique des entreprises, la productivité, les transitions économiques et la géographie économique. Le lecteur est invité à faire part aux auteurs de ses commentaires et suggestions.

Tous les documents de la série Direction des études analytiques : documents de recherche font l'objet d'une révision interne et d'une révision par les pairs. Cette démarche vise à faire en sorte que les documents soient conformes au mandat de Statistique Canada à titre d'organisme statistique gouvernemental et qu'ils respectent les normes généralement reconnues régissant les bonnes méthodes professionnelles.

Tout en respectant la politique, les lignes directrices et les principes généraux du *Manuel de la politique administrative du Conseil du Trésor* relatifs à l'emploi du féminin dans les écrits gouvernementaux, dans les textes qui traitent de collectivités, l'emploi du masculin générique est utilisé pour des raisons stylistiques et d'économie d'espace.

Remerciements

Une version précédente du présent article a été présentée à un atelier sur la productivité à Ottawa en 2014 et à une conférence de l'International Association for Research on Income and Wealth en 2016 à Dresde en Allemagne. L'auteur aimerait remercier John Baldwin, Matt Krzepkowski, Danny Leung, Ryan Macdonald, Jean-Pierre Maynard, Marc Tanguay, Weimin Wang et Beiling Yan pour leurs contributions à l'analyse et aux recherches résumées dans le présent document. Il aimerait également remercier Bert Balk, Erwin Diewert, Doug May, Khan Moore, Andrew Sharpe, Larry Shute, Rachel Soloveichik, Pierre St-Amant et Jianmin Tang pour leurs commentaires détaillés et leurs suggestions utiles.

Table des matières

Résumé	5
Sommaire.....	6
1 Introduction.....	8
2 Croissance agrégée de la productivité et des industries au Canada	10
2.1 Décomposition de Domar modifiée.....	11
2.1.1 Mesure de la productivité des industries	11
2.1.2 Mesure de la productivité agrégée	13
2.2 Croissance agrégée de la productivité dans l'ensemble du secteur des entreprises ...	15
2.3 Contributions des industries à la croissance de la productivité multifactorielle	15
3 Rôle des immobilisations incorporelles, du capital naturel et du capital infrastructurel dans la croissance de la productivité du travail	19
3.1 Immobilisations incorporelles et croissance de la productivité multifactorielle dans le secteur des entreprises	19
3.2 Capital naturel et croissance de la productivité multifactorielle dans l'industrie de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz	20
3.3 Capital infrastructurel et croissance de la productivité multifactorielle dans le secteur des entreprises.....	25
4 Utilisation de la capacité et croissance de la productivité multifactorielle dans la fabrication	27
5 Les questions de mesure influent-elles sur la croissance de la productivité du travail après l'an 2000?	29
6 Conclusions	31
Bibliographie.....	32

Résumé

La croissance de la productivité du travail et la croissance de la productivité multifactorielle (PMF) ont ralenti au Canada et au sein d'autres économies avancées après l'an 2000. Plusieurs questions de mesure ont été suggérées comme explications possibles de cette tendance : la mesure des immobilisations incorporelles au sein d'une économie numérique, la mesure du capital des ressources naturelles dans le secteur de l'extraction des ressources, l'effet du capital infrastructurel et l'effet des fluctuations cycliques de l'utilisation du capital dans les industries subissant les contrecoups de la demande mondiale. La présente étude porte sur le rôle que pourraient jouer ces questions de mesure dans le ralentissement de la croissance de la productivité observé au Canada. Elle conclut que les questions de mesure seules ne peuvent expliquer le ralentissement de la croissance de la productivité au Canada après l'an 2000. Seuls 25 % du ralentissement de la croissance de la PMF au sein du secteur des entreprises canadien pour la période de 2000 à 2015, par rapport à la période de 1980 à 2000, sont attribuables à la hausse de l'utilisation du capital produit et des intrants intermédiaires nécessaires à l'extraction des ressources naturelles avec la réduction de la teneur en minerai, et la diminution de l'utilisation du capital dans la fabrication. Le ralentissement de la productivité du travail et de la croissance de la PMF n'est pas attribuable aux fluctuations des immobilisations incorporelles et du capital infrastructurel après l'an 2000.

Mots clés : capital naturel, immobilisations incorporelles, productivité, utilisation de la capacité

Sommaire

La croissance de la productivité du travail et la croissance de la productivité multifactorielle (PMF) ont ralenti dans le secteur canadien des entreprises après l'an 2000. Plus précisément, la croissance de la productivité du travail a diminué, passant de 1,7 % par an, de 1980 à 2000, à 1,0 % par an, de 2000 à 2015. La croissance de la PMF a également ralenti, passant d'une augmentation de 0,4 % par an pendant la première période à un ralentissement de 0,2 % par an au cours de la deuxième période. Le ralentissement récent de la croissance de la productivité a également été observé aux États-Unis et dans d'autres économies développées.

Dans des études antérieures, les auteurs ont avancé plusieurs explications possibles de cette tendance : un rythme plus lent de l'innovation et des progrès technologiques, un ralentissement de la diffusion de l'innovation, un manque de concurrence, une diminution du dynamisme des entreprises et une mauvaise répartition des ressources en raison de la baisse marquée des taux d'intérêt réels. Plusieurs questions de mesure ont également été suggérées comme explications possibles : la mesure du produit intérieur brut et du capital de savoir au sein d'une économie numérique, la mesure du capital des ressources naturelles dans le secteur de l'extraction des ressources, l'effet du capital infrastructurel public et l'effet des fluctuations cycliques de l'utilisation du capital.

La présente étude porte sur le rôle que les questions de mesure jouent dans le ralentissement de la croissance de la productivité du secteur des entreprises au Canada après l'an 2000.

L'étude élargit d'abord la couverture des actifs dans les Comptes canadiens de productivité pour y inclure les immobilisations incorporelles, le capital naturel et le capital infrastructurel public, afin d'élaborer une mesure plus complète du capital et de mieux comprendre la contribution de ces types de capital à la croissance de la productivité du travail et à la baisse de la croissance de la productivité du travail au Canada après l'an 2000. On a établi que le capital de savoir incorporel (comme l'innovation, le capital humain et le capital organisationnel) était une source importante de croissance de la production et de la productivité. Cependant, l'analyse causale de la croissance et le Système de comptabilité nationale ne l'incluent généralement pas comme intrant capital. Le capital naturel est un intrant important pour l'industrie de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz, mais est exclu de la mesure de l'intrant capital pour cette industrie. Le capital infrastructurel public contribue à la croissance de la production et de la productivité du secteur des entreprises, mais est rarement compris dans les analyses de la croissance.

La présente étude traite ensuite du rôle que des variations à court terme de l'utilisation de l'intrant capital jouent dans le ralentissement de la croissance de la PMF dans l'industrie de la fabrication ainsi que de la contribution de ces variations à la croissance agrégée de la PMF dans le secteur des entreprises après l'an 2000. L'utilisation du capital dans l'industrie canadienne de la fabrication a diminué au début des années 2000. Cette période est associée à un ralentissement de la croissance des exportations et de la production, du fait de l'appréciation du dollar canadien et du ralentissement de la croissance du plus important partenaire commercial du Canada, à savoir les États-Unis.

Dans le présent document, on conclut que les questions de mesure seules ne peuvent expliquer le ralentissement de la croissance de la productivité dans le secteur canadien des entreprises après l'an 2000. Seuls 25 % du ralentissement de la croissance de la PMF au sein du secteur des entreprises canadien pour la période de 2000 à 2015, par rapport à la période de 1980 à 2000, sont attribuables à la hausse de l'utilisation du capital produit et des intrants intermédiaires nécessaires à l'extraction des ressources naturelles avec la réduction de la teneur en minerai, et la diminution de l'utilisation du capital dans la fabrication. Le ralentissement de la productivité du travail et de la croissance de la PMF n'est pas attribuable aux fluctuations des immobilisations incorporelles et du capital infrastructurel après l'an 2000. Le capital infrastructurel

a contribué à une accélération de la croissance de la productivité du travail et de la croissance de la PMF après l'an 2000, du fait d'une importante augmentation des investissements en infrastructure au cours de cette période. Le ralentissement de la croissance de la PMF dans le secteur des entreprises a été plus important après 2000, alors qu'un ajustement a été apporté pour l'effet des immobilisations incorporelles et du capital infrastructurel.

1 Introduction

La croissance de la productivité du travail et la croissance de la productivité multifactorielle (PMF) ont ralenti dans le secteur canadien des entreprises après l'an 2000 (Baldwin et Willox, 2016; Almon et Tang, 2011; Rao, Sharpe et Smith, 2005)¹. En particulier, la croissance de la productivité du travail a diminué, passant de 1,7 % par an, de 1980 à 2000, à 1,0 % par an, de 2000 à 2015. La croissance de la PMF a également ralenti, passant d'une augmentation de 0,4 % par an pendant la première période à un ralentissement de 0,2 % par an au cours de la deuxième période. Le ralentissement récent de la croissance de la productivité a également été observé aux États-Unis et dans d'autres économies développées (Byrne, Fernald et Reinsdorf, 2016; Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE], 2015).

Dans des études antérieures, les auteurs ont avancé plusieurs explications possibles de cette tendance : un rythme plus lent de l'innovation et des progrès technologiques, un ralentissement de la diffusion de l'innovation, un manque de concurrence, une diminution du dynamisme des entreprises et une mauvaise répartition des ressources en raison de la baisse marquée des taux d'intérêt réels (Baily et Montalbano, 2016; Cette, Fernald et Mojon, 2016; OCDE, 2015; Sharpe et Murray, 2017). Plusieurs questions de mesure ont également été suggérées comme explications possibles : la mesure du produit intérieur brut et du capital de savoir au sein d'une économie numérique, la mesure du capital des ressources naturelles dans le secteur de l'extraction des ressources, l'effet du capital infrastructurel public et l'effet des fluctuations cycliques de l'utilisation du capital (Ahmad et Schreyer, 2016; Byrne, Fernald et Reinsdorf, 2016; Rao, Sharpe et Smith, 2005).

La présente étude est essentiellement axée sur le rôle des questions de mesure dans le ralentissement de la croissance de la productivité du secteur des entreprises au Canada après l'an 2000.

Dans l'étude, on élargit d'abord la couverture des actifs dans les Comptes canadiens de productivité (CCP) pour y inclure les immobilisations incorporelles, le capital naturel et le capital infrastructurel public, afin d'élaborer une mesure plus complète du capital et de mieux comprendre le rôle des investissements dans la croissance de la production et de la productivité du travail. On présente le capital de savoir incorporel (comme l'innovation, le capital humain et le capital organisationnel) comme une source importante de croissance de la production et de la productivité. Cependant, l'analyse causale de la croissance et le Système de comptabilité nationale (SCN) ne l'incluent généralement pas dans la valeur de la production ou dans la valeur de l'intrant capital. Le capital naturel est un intrant important pour les industries de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz, mais est exclu de la mesure de l'intrant capital pour cette industrie. Le capital infrastructurel public contribue à la croissance de la production et de la productivité du secteur des entreprises, mais est rarement compris dans les analyses de la croissance.

Même si élargir la couverture des actifs pour y inclure les immobilisations incorporelles, le capital naturel et le capital public influera sur la croissance de la PMF, la mesure dans laquelle ce capital contribue au ralentissement de la productivité du travail et de la croissance de la PMF n'est pas connue. Dans la présente étude, on examine les variations de ces types de capital après l'an 2000

1. Même si un ralentissement de la croissance de la productivité est courant dans les économies avancées, le moment exact de ce ralentissement diffère d'un pays à un autre. Aux États-Unis, ce ralentissement est survenu en 2004 après une croissance rapide de la productivité dans les années 1990 et au début des années 2000 (Byrne, Fernald et Reinsdorf, 2016; Cette, Fernald et Mojon, 2016). Dans de nombreux pays européens, ce ralentissement a eu lieu au milieu des années 1990 (Cette, Fernald et Mojon, 2016; OCDE, 2016). Au Canada, le ralentissement de la croissance de la productivité est survenu après l'an 2000 (Baldwin et Willox, 2016).

et on évalue si ces variations expliquent le ralentissement de la productivité du travail et de la croissance de la PMF après l'an 2000.

La présente étude traite ensuite du rôle que des variations à court terme de l'utilisation de l'intrant capital jouent dans le ralentissement de la croissance de la PMF dans l'industrie de la fabrication canadienne après l'an 2000. L'utilisation du capital dans cette industrie a diminué au début des années 2000. Cette période est associée à un ralentissement de la croissance des exportations et de la production, du fait de l'appréciation du dollar canadien et du ralentissement de la croissance du plus important partenaire commercial du Canada, à savoir les États-Unis. Le ralentissement de la croissance de la PMF après l'an 2000 était en partie attribuable à la baisse de l'utilisation du capital au cours de cette période (Baldwin, Gu et Yan, 2013).

Alors que des études antérieures ont utilisé diverses procédures pour examiner l'effet des variations de l'utilisation de la capacité sur la croissance de la PMF, ces procédures sont souvent ponctuelles. Pour combler ces lacunes, une nouvelle mesure de l'utilisation de la capacité a été élaborée; celle-ci peut être utilisée pour corriger la croissance de la PMF en fonction des variations de l'utilisation de l'intrant capital (Gu et Wang, 2013).

Des études antérieures, menées au Canada et dans d'autres pays, ont permis d'établir des méthodologies qui peuvent servir à résoudre ces questions de mesure. La présente étude utilise ces méthodologies pour étendre les estimations aux années plus récentes et étudier dans quelle mesure ces questions de mesure expliquent le ralentissement de la croissance de la productivité et de la PMF au Canada après l'an 2000.

Outre les questions de mesure examinées dans la présente étude, les questions associées à la mesure de la production du secteur des services, à la mesure de la production de nouveaux biens et services et à la mesure du prix de l'équipement de l'information et de la communication pourraient être importantes pour expliquer le ralentissement de la croissance de la productivité ces dernières années. Il n'est cependant pas clair si ces questions de mesure sont devenues plus prononcées ces dernières années, contribuant ainsi au ralentissement récent de la croissance de la productivité. La mesure des services numériques « gratuits » (p. ex. les médias sociaux et les moteurs de recherche) est aussi mentionnée comme facteur de ralentissement de la croissance de la productivité (Varian, 2011; Brynjolfsson et Oh, 2012; Nakamura, Samuels et Soloveichik, 2016). La croissance de la production et de la productivité, si on l'élargit pour y inclure les avantages des services numériques, aurait augmenté plus rapidement ces dernières années. Cependant ces avantages sont représentés par le produit de la production non marchande et sortent donc des limites de production du SCN.

Le reste du document est structuré de la manière suivante. Au début de la section 2, la croissance de la PMF est décomposée selon les contributions des industries, afin de repérer les industries à l'origine du ralentissement de la croissance de la PMF dans le secteur canadien des entreprises après l'an 2000. Repérer ces industries permet d'éclaircir les possibles questions de mesure qui ont une incidence sur elles. Cette section fournit ainsi une décomposition de Domar modifiée de la PMF agrégée selon les contributions des industries, lorsque la somme des coûts des intrants diffère de la valeur de la production. À la section 3, on élargit la couverture des actifs pour y inclure les immobilisations incorporelles, le capital infrastructurel et le capital naturel. La section 4 prend en compte les variations de l'utilisation de la capacité dans la croissance de la PMF de l'industrie de la fabrication. La section 5 présente le rôle que ces questions de mesure jouent dans le ralentissement de la croissance de la productivité du secteur canadien des entreprises après l'an 2000. Les conclusions de l'étude sont présentées à la section 6.

2 Croissance agrégée de la productivité et des industries au Canada

La présente section vise à résumer la tendance de la croissance de la productivité au niveau agrégé du secteur des entreprises et à retracer la croissance agrégée de la PMF jusqu'aux contributions des industries individuelles. Elle se concentre sur les industries qui sont à la source du ralentissement de la croissance agrégée de la PMF après l'an 2000. Les données proviennent des CCP de Statistique Canada.

Les CCP suivent le cadre établi par Jorgenson (1966), Jorgenson, Gollop et Fraumeni (1987), Jorgenson, Ho et Stiroh (2005) et Schreyer (2001). Ces derniers ont créé des comptes intégrés de croissance des industries et de l'ensemble de l'économie². Dans ces comptes, la croissance de la productivité au niveau des industries est estimée à l'aide des données détaillées sur la production et les intrants, et la croissance de la productivité agrégée est estimée à l'aide des données au niveau des industries. Les comptes de la productivité des industries et les comptes de la productivité agrégée sont entièrement intégrés; la croissance de la PMF au niveau agrégé et la croissance de la PMF au niveau des industries sont liées par l'agrégation de Domar (Domar, 1961).

La croissance de la PMF dans les CCP est définie comme la croissance de la production qui n'est pas représentée par la croissance de l'intrant capital, de l'intrant travail et des intrants intermédiaires. Pour estimer la croissance de la PMF, on estime d'abord le coût pour l'utilisateur et l'indice de volume de l'intrant capital. Le coût pour l'utilisateur du capital est égal à la somme du taux de rendement du capital, de la dépréciation et des gains en capital corrigés en fonction des effets des traitements fiscaux. Le taux de rendement peut être défini comme le taux de rendement endogène ou exogène (Diewert et Yu, 2012). Avant la révision de 2013 (comme elle a été mise au point par Baldwin et coll., 2014), on a utilisé, au Canada, la méthode du taux de rendement endogène (ou interne) selon laquelle le taux de rendement est estimé à partir de l'hypothèse que le coût pour l'utilisateur du capital pour tous les actifs est égal au revenu du capital. Selon cette approche, la somme des coûts des intrants correspond à la valeur de la production. L'approche repose sur l'hypothèse d'une concurrence parfaite et de rendements d'échelle constants. Elle donne lieu à l'agrégation de Domar : la croissance agrégée de la PMF est une somme pondérée de la croissance de la PMF des industries, où les poids sont égaux à la part d'une industrie dans la production nominale agrégée (Domar, 1961).

Pour tenir compte de la volatilité des taux de rendement internes qui existe souvent au niveau des industries (Diewert et Yu, 2012; Harper, Nakamura et Zhang, 2012), le Programme de la productivité multifactorielle de Statistique Canada a adopté une variante de l'approche endogène en 2013 (Baldwin et coll. 2014). Les taux de rendement externes sont désormais utilisés pour estimer le coût pour l'utilisateur du capital pour les industries ayant des taux de rendement internes extrêmement élevés et bas³. De plus, pour plusieurs industries de services dont les taux de rendement internes sont inhabituellement élevés et présentent des tendances inhabituelles, l'intrant capital est imputé en divisant l'excédent brut d'exploitation par le coût pour l'utilisateur du capital estimé à l'aide des taux de rendement externes⁴.

2. Ce cadre sert également à créer les comptes de productivité World KLEMS (capital, travail, énergie, matériaux, services) pour un grand nombre de pays (Timmer et coll., 2011; Jorgenson, 2012).

3. Le taux de rendement externe correspond au taux de rendement moyen des secteurs (codes à deux chiffres du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord).

4. Les révisions de l'estimation de l'intrant capital ont une faible incidence sur la croissance de l'intrant capital et de la PMF du secteur des entreprises dans son ensemble pour la période postérieure à 1980. Cependant, ces révisions réduisent la croissance de l'intrant capital agrégée pour la période de 1961 à 1980 et, par conséquent, font augmenter la croissance de la PMF pour cette période. La croissance de la PMF est révisée à la hausse, passant de 0,7 % par an à 1,1 % par an, de 1961 à 1980.

Cette approche de l'estimation de l'intrant capital fournit l'estimation d'un surplus : la différence entre le revenu du capital provenant du SCN et les coûts du capital. Cette différence pourrait être le résultat d'une concurrence imparfaite. En outre, elle pourrait résulter de la liste incomplète des intrants compris dans les estimations de la PMF (p. ex. si de nombreuses immobilisations incorporelles sont exclues). Elle pourrait également découler d'économies d'échelle, de telle sorte que le coût des intrants selon leur produit marginal de revenu n'est pas entièrement égal à la valeur de la production. Du fait de ce surplus, l'agrégation de Domar doit être modifiée. Le reste de la section présente d'abord une agrégation de Domar modifiée faisant le lien entre la croissance de la PMF des industries et la croissance agrégée de la PMF en présence d'un surplus. Cette agrégation est ensuite utilisée pour décomposer la croissance de la PMF du secteur des entreprises agrégé selon les contributions des industries individuelles⁵.

2.1 Décomposition de Domar modifiée

2.1.1 Mesure de la productivité des industries

Un compte de productivité intégré commence par la mesure de la PMF au niveau des industries. L'industrie i est caractérisée par une fonction de production exprimant la production brute V_i sous la forme d'une fonction de l'intrant capital K_i , de l'intrant travail L_i , des intrants intermédiaires M_i et de la technologie T_i :

$$V_i = F^i(K_i, L_i, M_i, T_i). \quad (1)$$

La valeur nominale du produit brut pour l'industrie i est égale à la somme des coûts des intrants capital et travail et des intrants intermédiaires, plus un surplus :

$$P_{V,i}V_i = P_{K,i}K_i + P_{L,i}L_i + P_{M,i}M_i + \Pi_i, \quad (2)$$

où P_V, P_K, P_L , et P_M constituent les prix du produit brut et des intrants capital et travail et des intrants intermédiaires. Π représente le surplus ou les profits. Comme pour l'analyse causale de la croissance standard, le prix de la production brute est évalué aux prix de base et les prix des intrants sont évalués aux prix à l'achat.

En cas de surplus, la croissance de la PMF fondée sur la production brute ($t_{V,i}$) peut être formulée comme la différence entre la croissance de la production et la croissance de l'intrant pondéré en fonction du coût (Hall, 1990) :

$$t_{V,i} = \Delta \ln V_i - \left(\frac{\alpha_{K,i}}{1 - \alpha_{\Pi,i}} \Delta \ln K_i + \frac{\alpha_{L,i}}{1 - \alpha_{\Pi,i}} \Delta \ln L_i + \frac{\alpha_{M,i}}{1 - \alpha_{\Pi,i}} \Delta \ln M_i \right), \quad (3)$$

où $\frac{\alpha_{K,i}}{1 - \alpha_{\Pi,i}}$, $\frac{\alpha_{L,i}}{1 - \alpha_{\Pi,i}}$ et $\frac{\alpha_{M,i}}{1 - \alpha_{\Pi,i}}$ constituent les parts des intrants capital et travail et des intrants intermédiaires dans la somme des coûts des intrants capital et travail et des intrants intermédiaires. $\Delta \ln$ représente la différence logarithmique ou la croissance logarithmique d'une variable entre deux périodes. $\alpha_{K,i}, \alpha_{L,i}, \alpha_{M,i}, \alpha_{\Pi,i}$ constituent les parts des coûts du capital, des

5. Basu et Fernald (2002) ont élaboré une formule d'agrégation plus générale et plus complexe, supposant une concurrence imparfaite et des rendements d'échelle croissants. Leur agrégation est paramétrique et nécessite l'estimation des rendements d'échelle. La décomposition proposée dans la présente étude est en revanche non paramétrique et facile à mettre en œuvre.

coûts du travail, des coûts des intrants intermédiaires et du surplus dans la valeur nominale de la production brute de l'industrie i . La somme de ces parts de la production brute est égale à 1.

L'équation (3) a été élaborée par Hall (1990), qui a montré que la croissance des intrants agrégés devrait être pondérée en fonction des coûts afin de mesurer la croissance de la PMF en cas de concurrence imparfaite et de rendements d'échelle croissants. En général, Balk (2010) et Schreyer (2010) ont démontré que la croissance des intrants pondérés en fonction des coûts est la mesure préférée pour calculer la croissance de la PMF en cas de surplus, quelles que soient les sources de ce surplus.

La croissance de la PMF dans l'équation (3) repose sur une production brute. La croissance de la PMF peut également être estimée à l'aide d'une production à valeur ajoutée. Une croissance de la PMF à valeur ajoutée ($t_{A,i}$) peut se définir comme la différence entre la croissance de la valeur ajoutée et la croissance des intrants capital et travail pondérés en fonction des coûts, les poids découlant de la part des coûts des intrants capital et travail dans la somme des coûts du capital et du travail :

$$t_{A,i} = \Delta \ln A_i - \left(\frac{\alpha_{K,i}}{\alpha_{K,i} + \alpha_{L,i}} \Delta \ln K_i + \frac{\alpha_{L,i}}{\alpha_{K,i} + \alpha_{L,i}} \Delta \ln L_i \right). \quad (4)$$

La croissance de la PMF à valeur ajoutée de l'équation (4) est liée à la croissance de la PMF de la production brute de l'équation (3). Pour illustrer ce point, notons que la valeur ajoutée en dollars courants est calculée comme la différence entre la valeur de la production brute et la valeur des intrants intermédiaires. La valeur ajoutée en dollars constants (A) peut se calculer à partir de l'équation exprimant la valeur brute comme une agrégation de Törnqvist de la valeur ajoutée et des intrants intermédiaires⁶ :

$$\Delta \ln V_i = (1 - \alpha_{M,i}) \Delta \ln A_i + \alpha_{M,i} \Delta \ln M_i. \quad (5)$$

L'équation peut être reformulée pour exprimer la valeur ajoutée en dollars constants comme la différence entre une production brute pondérée en fonction des parts en dollars constants et des intrants intermédiaires pondérés en fonction des parts en dollars constants :

$$\Delta \ln A_i = \frac{1}{1 - \alpha_{M,i}} \Delta \ln V_i - \frac{\alpha_{M,i}}{1 - \alpha_{M,i}} \Delta \ln M_i. \quad (6)$$

Cette méthode est appelée « double déflation ». Substituer $\Delta \ln A_i$ de l'équation (6) dans l'équation (4) donne l'équation suivante qui fait le lien entre la croissance de la PMF fondée sur la valeur ajoutée et la croissance de la PMF fondée sur la production brute⁷ :

$$t_{A,i} = \frac{\alpha_{K,i} + \alpha_{L,i} + \alpha_{M,i}}{\alpha_{K,i} + \alpha_{L,i}} t_{V,i} + \frac{\alpha_{M,i}}{\alpha_{K,i} + \alpha_{L,i}} (\Delta \ln M_i - \Delta \ln A_i). \quad (7)$$

La croissance de la PMF à valeur ajoutée est égale à la croissance de la PMF de la production brute multipliée par le ratio de la somme des coûts du capital, du travail et des intrants intermédiaires à la somme des coûts des intrants capital et travail, plus un terme exprimant l'effet

6. Dans le SCN, la valeur ajoutée est estimée à l'aide d'une agrégation de Fisher. Aux fins de dérivation de la présente étude, l'agrégation de Törnqvist est utilisée. Les agrégations de Fisher et de Törnqvist sont des indices superlatifs introduits par Diewert (1976).

7. On peut démontrer l'équation en substituant la croissance de la PMF fondée sur la production brute de l'équation (3) par la croissance de la PMF fondée sur la production brute de l'équation (6).

des variations de l'intégration verticale de la croissance de la PMF. Ce terme est positif si la croissance des intrants intermédiaires dépasse la croissance de la valeur ajoutée réelle⁸.

En l'absence de surplus, l'équation est simplifiée pour obtenir la relation bien connue entre la croissance de la PMF à valeur ajoutée et la croissance de la PMF fondée sur la production brute. La croissance de la PMF à valeur ajoutée est égale à la croissance de la PMF fondée sur la production brute multipliée par le ratio de la production brute nominale à la valeur ajoutée nominale (Bruno, 1978; Jorgenson, Ho et Stiroh, 2005)⁹.

2.1.2 Mesure de la productivité agrégée

La croissance agrégée de la PMF du secteur des entreprises dans son ensemble est obtenue à partir des comptes de productivité de l'industrie à l'aide de l'approche ascendante. Plus précisément, la croissance de la valeur ajoutée du secteur des entreprises dans son ensemble est dérivée d'une agrégation de la croissance des valeurs ajoutées des industries en utilisant la part de la valeur ajoutée nominale des industries comme poids. La croissance agrégée de l'intrant capital est dérivée d'une agrégation de la croissance des intrants capital des industries en utilisant la part des coûts du capital des industries comme poids. Cependant, l'intrant travail agrégé est dérivé d'une agrégation de différents types d'heures travaillées, recoupés par les niveaux de scolarité et les types d'expérience et d'emploi au niveau agrégé. On procède ainsi afin que la méthodologie du programme canadien de PMF puisse être comparable à celle adoptée par le Bureau of Labor Statistics aux États-Unis¹⁰.

La croissance de la PMF dans le secteur des entreprises dans son ensemble est estimée comme la différence entre la croissance de la valeur ajoutée agrégée et la croissance de l'intrant capital agrégé et des intrants travail agrégés combinés.

Lors de l'élaboration de la croissance agrégée de la PMF à l'aide de l'approche ascendante, la croissance agrégée de la PMF à valeur ajoutée est égale à la somme pondérée de la croissance de la PMF des industries calculée en utilisant des parts des coûts du capital et du travail des industries comme poids, plus un terme reflétant la déviation de la valeur de production par rapport aux coûts des intrants ou la présence d'un surplus :

$$t_A = \sum_i w_i^c t_i^A + \sum_i (w_i - w_i^c) \Delta \ln A_i, \quad (8)$$

où t_A est la croissance agrégée de la PMF en fonction de la production à valeur ajoutée, w_i^c est la part de l'industrie i dans la somme des coûts du capital et du travail dans l'ensemble du secteur des entreprises et w_i est la part de l'industrie i dans la valeur ajoutée nominale de l'ensemble du secteur des entreprises.

Le deuxième terme mesure l'effet de la redistribution de la valeur ajoutée entre les industries. Ce terme est négatif lorsque les industries présentant un surplus moindre ou une marge bénéficiaire brute plus faible (comme les secteurs des services) enregistrent une croissance de la production

8. Le deuxième terme résulte de l'écart par rapport à l'hypothèse implicite dans la méthode à double déflation utilisée dans le SCN. La méthode de double déflation repose sur l'hypothèse d'une concurrence parfaite et de rendements d'échelle constants. Dans le cas de cette hypothèse, les poids utilisés pour la double déflation sont fondés sur la part des intrants intermédiaires dans la valeur de la production brute (Bruno, 1978). Lorsqu'il s'agit d'une concurrence imparfaite, des poids appropriés pour une double déflation devraient être fondés sur les parts du coût des intrants intermédiaires. Le deuxième terme de l'équation (7) disparaît lorsque les parts des coûts sont utilisées dans la méthode de double déflation pour estimer la valeur ajoutée réelle.

9. Diewert (2014) a dérivé une relation exacte entre la croissance de la PMF à valeur ajoutée et la croissance de la production brute lorsque des agrégations de Laspeyres et Paasche sont utilisées.

10. Les approches descendantes et ascendantes fournissent des estimations similaires de l'intrant travail agrégé, une fois que l'on tient compte des variations de la composition de l'intrant travail selon le niveau de scolarité et l'expérience.

supérieure à celle des industries présentant un surplus plus important ou une marge bénéficiaire brute plus élevée. En l'absence de surplus, l'agrégation devient une agrégation de Domar standard : la croissance agrégée de la PMF est une somme pondérée de la croissance de la PMF des industries.

Balk (2015) désignait le deuxième terme comme étant l'effet de prix. Il résulte d'une concurrence imparfaite, de la présence d'un surplus et de la méthode que le SCN utilise pour dériver la croissance agrégée de la valeur ajoutée. En cas de concurrence imparfaite, la croissance agrégée de la valeur ajoutée devrait être calculée comme la somme pondérée de la croissance de la valeur ajoutée pour toutes les industries en utilisant les parts des coûts totaux des industries comme poids. Une fois cela fait, le deuxième terme de l'équation (8) est 0 et la PMF agrégée est égale à la somme pondérée de la croissance de la PMF des industries calculée en utilisant des parts des coûts totaux des industries comme poids. Dans le SCN, toutefois, la croissance agrégée de la valeur ajoutée est calculée en utilisant des parts de la valeur ajoutée agrégée des industries comme poids, ce qui sous-entend une concurrence parfaite. Par conséquent, une croissance agrégée de la PMF est égale à la somme pondérée de la croissance de la PMF des industries plus un terme de redistribution, comme le montre l'équation (8).

Substituer l'équation (7) à t_i^A dans l'équation (8) crée une équation exprimant la croissance de la PMF à valeur ajoutée agrégée comme une agrégation de la croissance de la PMF de la production brute pour toutes les industries :

$$t_A = \sum_i w_i^c \frac{\alpha_{K,i} + \alpha_{L,i} + \alpha_{M,i}}{\alpha_{K,i} + \alpha_{L,i}} t_{V,i} + \sum_i w_i^c \frac{\alpha_{\Pi,i} \alpha_{M,i}}{\alpha_{K,i} + \alpha_{L,i}} (\Delta \ln M_i - \Delta \ln A_i) + \sum_i (w_i - w_i^c) \Delta \ln A_i. \quad (9)$$

La croissance agrégée de la PMF à partir de l'approche ascendante se décompose en trois composantes. La première composante est une somme pondérée de la croissance de la PMF de la production brute pour toutes les industries. Le poids d'une industrie est le ratio de la somme des coûts du capital et du travail et des coûts intermédiaires dans une industrie à la somme des coûts du capital et du travail au niveau de l'agrégat. La somme des poids est supérieure à 1. Les deuxième et troisième composantes résultent d'une concurrence imparfaite et d'un surplus. Elles représentent l'effet de la variation des intensités des intrants intermédiaires ainsi que l'effet de la redistribution de la valeur ajoutée entre les industries. En cas de concurrence parfaite et d'absence de surplus, l'agrégation devient une agrégation de Domar standard, et les deuxième et troisième termes de l'équation sont nuls.

La décomposition de Domar modifiée dans les équations (8) et (9) calcule les contributions des industries en utilisant les parts des coûts d'intrants des industries. En revanche, la décomposition standard de Domar utilise les parts de la production nominale des industries, qui exagérerait la contribution des industries ayant un surplus positif, puisque leur part dans la production nominale dépasse leur part des coûts d'intrants totaux. Cela minimiserait les contributions des industries ayant un surplus négatif.

La décomposition modifiée de Domar soulève, en outre, la question de l'interprétation de la croissance agrégée de la PMF établie à l'aide de l'approche ascendante et d'un taux de rendement externe afin de calculer l'intrant capital. Comme le montrent les équations (8) et (9), la croissance agrégée de la PMF reflète la croissance de la productivité dans une industrie qui représente l'effet de l'innovation, des économies d'échelle et des pratiques opérationnelles sur la production de l'industrie. Elle rend également compte de l'effet de la redistribution de la production entre les industries présentant un gros surplus. Puisqu'un surplus important signifie que la valeur de la production auprès des consommateurs dépasse les coûts de production, cette redistribution

est plus étroitement associée à l'amélioration de l'aide sociale (Hulten and Schreyer, 2010) qu'à une croissance de la productivité.

2.2 Croissance agrégée de la productivité dans l'ensemble du secteur des entreprises

Le tableau 1 présente la tendance de la croissance de la production et de la productivité dans l'ensemble du secteur des entreprises. Les trois premières rangées du tableau décomposent la croissance de la production selon la contribution de la croissance en heures travaillées et la contribution de la croissance de la productivité du travail. Les trois dernières rangées décomposent la croissance de la productivité du travail selon les contributions de l'intensification du capital, les changements de la composition du travail et la croissance de la PMF.

Tableau 1
Sources de croissance de la production et de la productivité du travail dans le secteur des entreprises, 1980 à 2015

	1980 à 2000	2000 à 2015	2000 à 2015 moins 1980 à 2000
		pourcentage	
Croissance de la valeur ajoutée réelle	3,2	1,8	-1,4
Croissance des heures travaillées	1,5	0,9	-0,6
Croissance de la productivité du travail	1,7	1,0	-0,7
Contributions à la croissance de la productivité du travail			
Intensification du capital	0,9	0,9	0,0
Composition de la main-d'œuvre	0,4	0,2	-0,2
Croissance de la PMF	0,4	-0,2	-0,6

Note : PMF = productivité multifactorielle.

Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0208-01.

La croissance de la production a diminué dans l'ensemble du secteur des entreprises de 2000 à 2015, par rapport à la période de 1980 à 2000, passant de 3,2 % par an à 1,8 % par an. La diminution de la croissance de la production après l'an 2000 reflète à la fois la diminution de la croissance de la productivité du travail et de la croissance des heures travaillées.

La croissance de la productivité du travail a diminué, passant de 1,7 % par an, de 1980 à 2000, à 1,0 % par an, de 2000 à 2015. Cette diminution de 0,7 point de pourcentage après l'an 2000 est presque entièrement attribuée à un ralentissement de la croissance de la PMF après l'an 2000. La croissance de la PMF a diminué, passant d'une hausse de 0,4 % par an, de 1980 à 2000, à une diminution de 0,2 % par an, de 2000 à 2015. La contribution des effets de l'intensification du capital n'a pas beaucoup varié. Les effets de la composition du travail ont diminué, passant de 0,4 % à 0,2 % entre ces deux périodes.

2.3 Contributions des industries à la croissance de la productivité multifactorielle

La présente section vise à quantifier les contributions des industries à la diminution de la croissance de la PMF pour l'ensemble du secteur des entreprises après l'an 2000. Le tableau 2 et le graphique 1 présentent la croissance de la PMF fondée sur la valeur ajoutée par industrie. Le tableau 3 présente les contributions des industries à la croissance agrégée de la PMF. Comme on l'a mentionné à la section 2.1, la contribution d'une industrie à la croissance agrégée de la PMF est égale à la croissance de la PMF de l'industrie multipliée par la part de cette industrie dans la somme des coûts agrégés des intrants capital et travail.

Tableau 2
Croissance de la productivité multifactorielle par industrie, 1980 à 2015

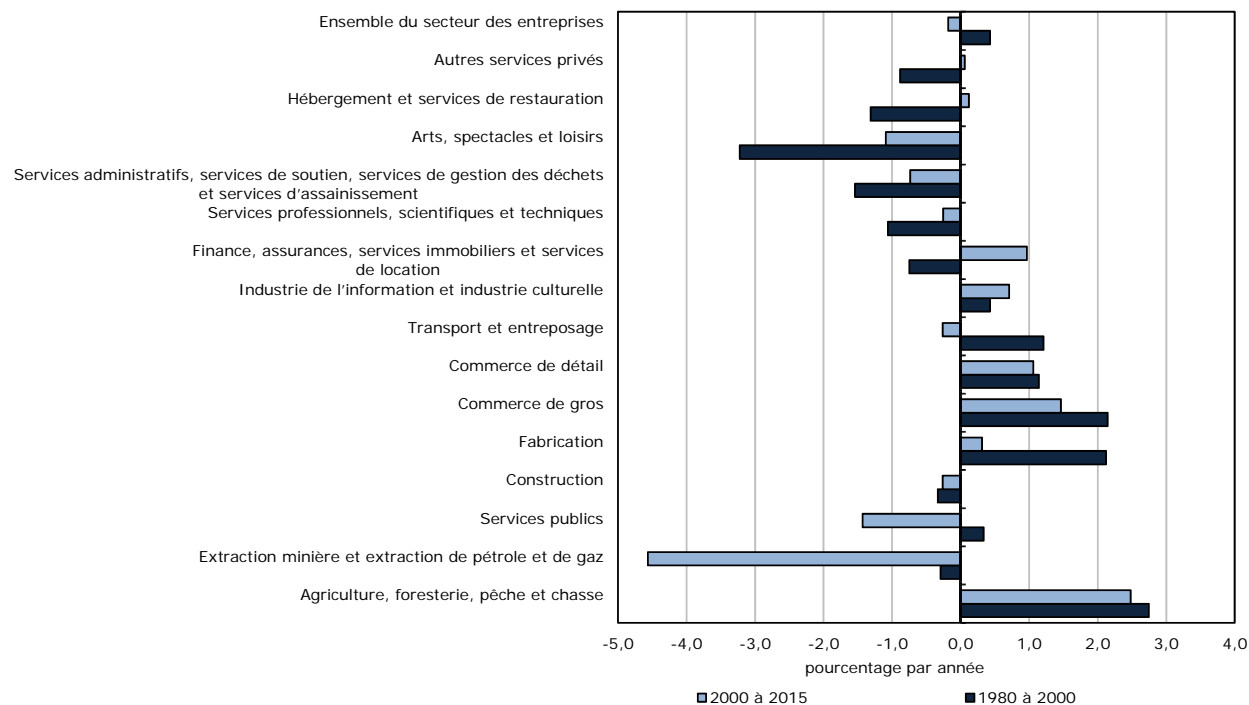
Industrie	1980 à 2000	2000 à 2015	2000 à 2015 moins 1980 à 2000
	pourcentage		
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	2,7	2,5	-0,2
Extraction minière et extraction de pétrole et de gaz	-0,3	-4,6	-4,3
Services publics	0,3	-1,4	-1,7
Construction	-0,3	-0,3	0,0
Fabrication	2,1	0,3	-1,8
Commerce de gros	2,1	1,5	-0,6
Commerce de détail	1,1	1,1	0,0
Transport et entreposage	1,2	-0,3	-1,5
Industrie de l'information et industrie culturelle	0,4	0,7	0,3
Finance, assurances, services immobiliers et de location	-0,7	1,0	1,7
Services professionnels, scientifiques et techniques	-1,1	-0,3	0,8
Services administratifs, services de soutien, services de gestion des déchets et services d'assainissement	-1,5	-0,7	0,8
Arts, spectacles et loisirs	-3,2	-1,1	2,1
Hébergement et services de restauration	-1,3	0,1	1,4
Autres services privés	-0,9	0,1	1,0
Ensemble du secteur des entreprises	0,4	-0,2	-0,6

Note : La croissance de la productivité multifactorielle est fondée sur la valeur ajoutée.

Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0208-01.

Graphique 1
Croissance de la productivité multifactorielle par industrie

Industries



Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0208-01.

Tableau 3
Contributions des industries à la croissance de la productivité multifactorielle dans l'ensemble du secteur des entreprises, 1980 à 2015

	1980 à 2000	2000 à 2015	2000 à 2015 moins 1980 à 2000
	pourcentage		
Industrie			
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	0,09	0,06	-0,03
Extraction minière et extraction de pétrole et de gaz	-0,03	-0,43	-0,40
Services publics	0,01	-0,05	-0,06
Construction	-0,03	-0,02	0,01
Fabrication	0,50	0,06	-0,44
Commerce de gros	0,14	0,10	-0,04
Commerce de détail	0,08	0,07	-0,01
Transport et entreposage	0,09	-0,02	-0,11
Industrie de l'information et industrie culturelle	0,02	0,03	0,01
Finance, assurances, services immobiliers et de location	-0,10	0,15	0,25
Services professionnels, scientifiques et techniques	-0,05	-0,02	0,03
Services administratifs, services de soutien, services de gestion des déchets et services d'assainissement	-0,03	-0,02	0,01
Arts, spectacles et loisirs	-0,02	-0,01	0,01
Hébergement et services de restauration	-0,04	0,00	0,04
Autres services privés	-0,04	0,00	0,04
Sommes des contributions des industries	0,61	-0,09	-0,70
Redistribution de la production	-0,18	-0,09	0,09
Ensemble du secteur des entreprises	0,43	-0,18	-0,61

Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0208-01.

Au cours de la période antérieure à l'an 2000, les industries ayant enregistré une forte croissance de la PMF étaient l'agriculture, la foresterie, la pêche et la chasse, la fabrication, le commerce de gros, le commerce de détail ainsi que le transport et l'entreposage. Ces industries représentaient pratiquement l'intégralité de la croissance de la PMF pour l'ensemble du secteur des entreprises pour cette période. La forte croissance de la PMF dans ces industries est le résultat de l'innovation et de progrès techniques. La croissance rapide de la PMF dans l'industrie de la fabrication, par exemple, découlait d'une tendance vers la libéralisation des échanges dans le secteur de la fabrication, menant à l'innovation et à l'adoption de technologies de fabrication sophistiquées.

Au cours de la période postérieure à l'an 2000, la croissance de la PMF a ralenti ou est devenue négative dans les industries de production de biens, particulièrement l'extraction minière, l'extraction de pétrole et de gaz et la fabrication. Les industries des services ayant fortement investi dans les technologies de l'information et des communications ont maintenu une croissance de la PMF positive et, en général, n'ont pas enregistré de baisse de la croissance de la PMF après l'an 2000. Ces industries des services comprennent le commerce de gros, le commerce de détail, l'industrie de l'information et de la culture ainsi que la finance, les assurances, les services immobiliers et les services de location et de location à bail.

La PMF a augmenté de 0,4 % par an au sein du secteur des entreprises, de 1980 à 2000. Elle a ensuite reculé de 0,2 % par an, de 2000 à 2015. Cela représente une diminution de 0,6 point de pourcentage de la croissance de la PMF entre ces deux périodes. Ce ralentissement de la croissance agrégée de la PMF après l'an 2000 était principalement attribuable à une réduction de la PMF dans deux industries : la fabrication et l'extraction minière et l'extraction de pétrole et de gaz. Cette baisse de la croissance de la PMF dans l'industrie de la fabrication a représenté une diminution de 0,4 point de pourcentage de la croissance agrégée de la PMF. Le recul de la croissance de la PMF dans l'industrie de l'extraction minière et l'extraction de pétrole et de gaz a représenté une autre diminution de 0,4 point de pourcentage de la croissance agrégée de la PMF après l'an 2000.

La somme des contributions des industries diffère de la croissance agrégée de la PMF pour l'ensemble du secteur des entreprises. Cette différence reflète l'effet de redistribution de la valeur ajoutée sur la croissance agrégée de la PMF. L'effet de la redistribution s'avère négatif pour toutes les périodes. Cela découle d'une corrélation négative entre surplus et croissance de la production : les industries présentant un surplus moindre ou négatif tendent à croître plus rapidement, comme le montre le tableau 4. Les industries du transport et de l'entreposage ainsi que de l'information et de la culture, présentant un important surplus négatif, ont enregistré une croissance rapide de la production entre 1961 et 2013. Les industries de l'hébergement et des services de restauration ainsi que des autres services privés présentant un important surplus positif ont enregistré une croissance relativement plus lente. Cependant, il existe des exceptions à cette corrélation négative entre le surplus et la croissance de la production pour les industries des services professionnels, scientifiques et techniques et des services administratifs, des services de soutien, des services de gestion des déchets et des services d'assainissement. Ces industries présentaient un important surplus positif tout en enregistrant une croissance de la production plus rapide.

Tableau 4
Part moyenne du surplus dans la valeur ajoutée nominale et croissance annuelle de la valeur ajoutée par industrie, 1980 à 2015

Industrie	Part du surplus	Croissance de la valeur ajoutée pourcentage
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	-0,1	1,9
Extraction minière et extraction de pétrole et de gaz	-1,6	1,9
Services publics	0,1	1,3
Construction	16,8	2,0
Fabrication	3,8	1,5
Commerce de gros	0,0	4,4
Commerce de détail	0,0	3,3
Transport et entreposage	-29,8	3,0
Industrie de l'information et industrie culturelle	-10,4	3,6
Finance, assurances, services immobiliers et de location	0,3	3,3
Services professionnels, scientifiques et techniques	11,9	4,1
Services administratifs, services de soutien, services de gestion des déchets et services d'assainissement	14,2	4,1
Arts, spectacles et loisirs	-0,2	2,2
Hébergement et services de restauration	11,6	1,3
Autres services privés	12,1	2,3
Ensemble du secteur des entreprises	2,2	2,6

Note : La part du surplus est la proportion du surplus dans la valeur ajoutée nominale dont la moyenne a été calculée sur la période de 1980 à 2013.

Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0208-01.

En cas de surplus, les poids corrects permettant d'estimer les contributions des industries à la croissance agrégée de la PMF sont fondés sur les coûts des intrants. Si les poids sont fondés sur la valeur de la production, les contributions estimées sont biaisées. Ce biais s'est cependant avéré réduit au Canada, car les contributions des industries estimées à l'aide des parts de la production sont semblables aux contributions fondées sur les parts des coûts des intrants.

La conclusion que les industries de la fabrication et de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz sont largement à l'origine du ralentissement de la croissance agrégée de la PMF après l'an 2000 justifie un examen approfondi des problèmes potentiels existants dans ces industries. Ces problèmes comprennent la baisse de l'utilisation du capital dans la fabrication et l'incorporation de l'intrant capital naturel dans la mesure de la croissance de la PMF de l'industrie de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz.

3 Rôle des immobilisations incorporelles, du capital naturel et du capital infrastructurel dans la croissance de la productivité du travail

Dans la présente étude, on élargit la couverture des actifs dans les CCP pour y inclure le capital naturel, les immobilisations incorporelles et le capital infrastructurel, afin de fournir une mesure plus complète de l'intrant capital et d'examiner les contributions de ces types de capital à la croissance de la production et de la productivité du travail et à la baisse de la croissance de la productivité du travail après l'an 2000.

3.1 Immobilisations incorporelles et croissance de la productivité multifactorielle dans le secteur des entreprises

L'exactitude des estimations de la PMF dépend de l'exhaustivité du SCN et de ses mesures qui alimentent le Programme de la productivité multifactorielle. On a récemment porté attention à la couverture incomplète des actifs utilisés pour estimer l'intrant capital. En particulier, on a fait valoir que plusieurs actifs incorporels n'ont pas été correctement pris en compte dans la mesure de la croissance du capital. Les actifs incorporels comprennent l'information informatisée (logiciels et bases de données informatiques), la propriété innovatrice (recherche-développement scientifique et non scientifique) et les compétences économiques (valeur de la marque, formation et capital organisationnel) (Corrado, Hulten et Sichel, 2009). La mesure de la PMF publiée par Statistique Canada et d'autres comprend uniquement une petite portion des actifs incorporels, soit ceux associés à la recherche-développement, à l'exploration et aux logiciels. En l'absence d'étude empirique, il est difficile de déterminer si une couverture inappropriée des actifs incorporels a un effet négatif sur la mesure de la PMF, la reclassification d'une dépense intermédiaire en investissement influant à la fois sur la production mesurée et sur le capital mesuré.

Baldwin et coll. (2009) et Baldwin, Gu et Macdonald (2012) ont élaboré une mesure plus complète du capital incorporel utilisé désormais dans le SCN et ont étendu l'analyse causale de la croissance pour inclure les immobilisations incorporelles. Ils en ont conclu que les investissements en immobilisations incorporelles s'élevaient à 151 milliards de dollars dans le secteur canadien des entreprises en 2008, ce qui représente 13,2 % du produit intérieur brut cette année-là. Les investissements en actifs incorporels ont augmenté bien plus rapidement que les investissements en actifs corporels au fil du temps, et le ratio des investissements incorporels aux investissements corporels a augmenté, passant de 0,23 en 1976 à 0,66 en 2008. Leurs résultats sont mis à jour au tableau 5, qui montre que les immobilisations incorporelles ont contribué de façon importante à la croissance de la productivité du travail dans le secteur des entreprises au Canada. La contribution des immobilisations incorporelles à la croissance de la productivité du travail était de 0,4 point de pourcentage ou 40 % du total des effets de l'intensification du capital au cours de la période allant de 1980 à 2000, et de 0,2 point de pourcentage ou 25 % du total des effets de l'intensification du capital au cours de la période allant de 2000 à 2015 (tableau 5).

Tableau 5**Immobilisations incorporelles et croissance de la productivité du travail dans le secteur canadien des entreprises, 1980 à 2015**

	1980 à 2000	2000 à 2015	2000 à 2015 moins 1980 à 2000
		pourcentage	
Immobilisations incorporelles du SCN comprises			
Croissance de la productivité du travail	1,70	0,95	-0,75
Contributions			
Intensification du capital	0,89	0,90	0,01
Composition de la main-d'œuvre	0,38	0,23	-0,15
Croissance de la productivité multifactorielle	0,43	-0,18	-0,61
Toutes les immobilisations incorporelles comprises			
Croissance de la productivité du travail	1,82	0,97	-0,85
Contributions			
Intensification du capital	0,91	0,95	0,04
Immobilisations corporelles	0,53	0,71	0,18
Immobilisations incorporelles	0,38	0,24	-0,14
Composition de la main-d'œuvre	0,35	0,21	-0,14
Croissance de la productivité multifactorielle	0,56	-0,19	-0,75

Note : SCN = Système de comptabilité nationale; TIC = technologie de l'information et des communications

Source : term@stat et glossaire de L'OCDE (Système de comptabilité nationale). J.R. Baldwin, W. Gu et R. Macdonald, 2012, *Immobilisations incorporelles et croissance de la productivité au Canada*, tableau 3.

Lorsque les dépenses en actifs incorporels sont reclassifiées d'intrants intermédiaires à investissements et ajoutées à la valeur ajoutée du secteur des entreprises, la valeur ajoutée réelle corrigée et la croissance de la productivité du travail sont plus élevées pour les périodes de 1980 à 2000 et de 2000 à 2015. Cette différence s'explique par une augmentation plus rapide des dépenses en actifs incorporels que de la valeur ajoutée au cours de ces deux périodes.

L'ajustement de la croissance de la production et de la croissance de la productivité du travail a été plus important entre 1980 et 2000 que pendant la période postérieure à l'an 2000. Par conséquent, l'intégration des actifs incorporels a même accentué la baisse de la croissance agrégée de la productivité du travail après l'an 2000. En d'autres termes, les variations des investissements incorporels entre ces deux périodes n'expliquent pas le ralentissement de la croissance agrégée de la productivité du travail après l'an 2000.

Élargir la couverture des actifs pour y inclure les immobilisations incorporelles influe également sur la croissance de la PMF dans le secteur des entreprises. Pour la période allant de 1980 à 2000, l'inclusion des immobilisations a eu peu d'incidence sur l'effet de l'intensification du capital et a fait augmenter la croissance de la PMF. Pour la période allant de 2000 à 2015, l'inclusion des immobilisations incorporelles a eu pour effet d'accroître l'effet de l'intensification du capital et de diminuer la croissance de la PMF. Par conséquent, le repli de la PMF après 2000 a été plus important lorsque les immobilisations ont été incluses dans l'intrant capital.

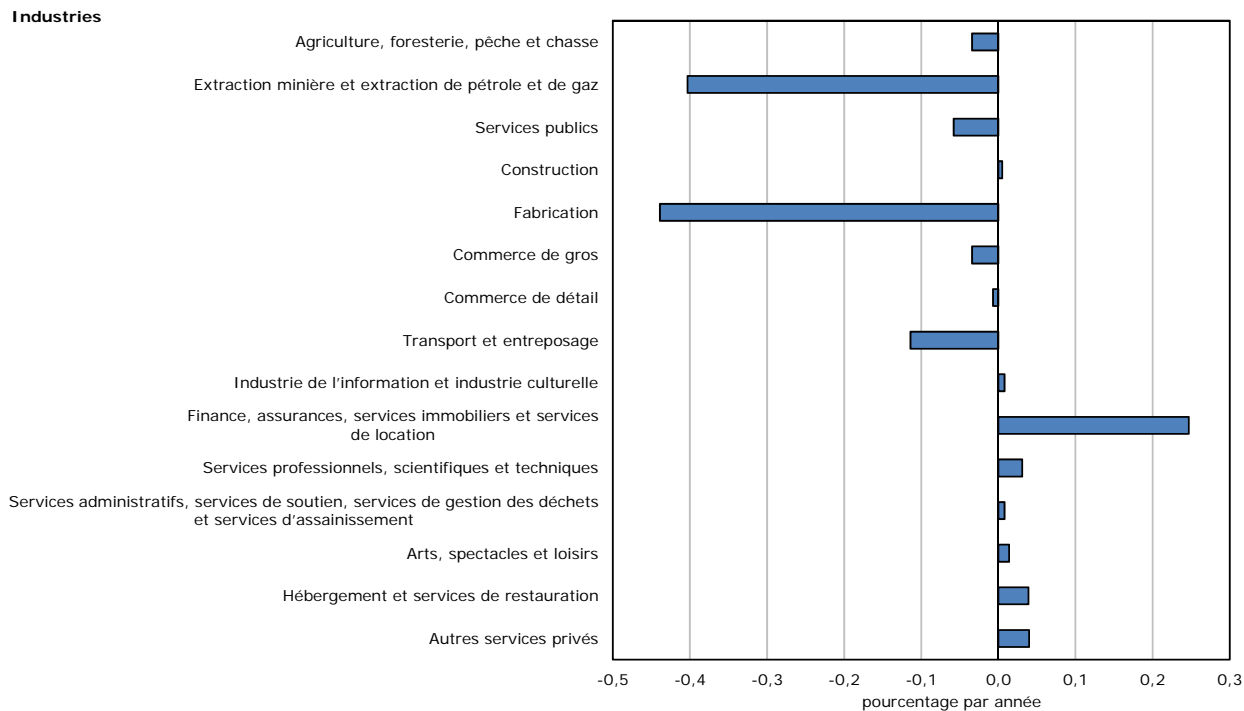
3.2 Capital naturel et croissance de la productivité multifactorielle dans l'industrie de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz

La PMF diminue dans le sous-secteur de l'extraction de pétrole et de gaz depuis le début des années 1990 et dans celui de l'exploitation minière (extraction de charbon, de minerais métalliques et de minéraux non métalliques) depuis le début des années 2000 (graphique 2)¹¹.

11. La PMF du graphique 2 est calculée en fonction de la valeur ajoutée. La PMF fondée sur la production brute présente une tendance similaire. Ce recul de la PMF dans l'industrie de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz fondée sur le cadre comptable de la croissance standard est également observé dans d'autres pays, notamment en Australie, aux États-Unis et aux Pays-Bas.

La diminution de la PMF dans ces deux sous-secteurs représentait un ralentissement de la croissance de la PMF de 0,4 point de pourcentage pour l'ensemble du secteur des entreprises après l'an 2000 (tableau 3).

Graphique 2
Contributions des industries au ralentissement de la croissance de la productivité multifactorielle agrégée, 1980 à 2000 et 2000 à 2015



Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0208-01.

La baisse de la croissance de la PMF dans l'industrie de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz ne sous-entend pas nécessairement une baisse de l'efficacité technique. Elle peut indiquer une diminution de la qualité des gisements de minerais, de pétrole et de gaz et une augmentation des difficultés d'extraction de ces ressources naturelles.

La mesure existante de la PMF ne tient pas compte de la réduction des stocks de ressources naturelles ni du flux de l'intrant capital naturel. Lorsque le capital naturel n'est pas compris dans l'intrant capital, la mesure de la PMF est biaisée, puisque la production comprend le loyer, alors que l'intrant ne comprend pas le flux du capital des ressources naturelles (ou l'intrant capital naturel) utilisé pour générer cette production (Schreyer, 2012; Olewiler, 2017). Des études effectuées en Australie et aux Pays-Bas indiquent qu'une part importante du ralentissement de la PMF dans l'industrie de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz est attribuable à un intrant capital naturel non mesuré (Topps et Kuluys, 2014; Veldhuizen et de Haan, 2012; Australian Bureau of Statistics, 2014)¹². Dans les secteurs de l'extraction des ressources de ces pays, de plus en plus de capital physique est consacré à l'extraction des ressources naturelles, car elles sont de plus en plus difficiles à extraire. La croissance de l'intrant capital physique est supérieure à celle de l'intrant capital naturel et la croissance d'une estimation d'un intrant capital comprenant à la fois le capital naturel et le capital physique est plus lente que la croissance du capital physique seul. Par conséquent, la croissance de la PMF est plus élevée lorsque l'on tient compte de la réduction des stocks de ressources naturelles en Australie et aux Pays-Bas.

12. Le Bureau de la statistique de l'Australie (Australian Bureau of Statistics, 2014) indique que le recul de la PMF de l'industrie minière est considérablement réduit lorsque l'intrant capital naturel est compris dans la mesure de la PMF (passant de -5,8 % par an à -2,2 %) pour la période de 2003-2004 à 2012-2013.

Schreyer (2012) a présenté un cadre comptable de la croissance élargi afin d'incorporer l'intrant capital naturel dans la mesure de la PFM pour l'industrie de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz. Dans ce cadre élargi, l'indice de volume de l'intrant capital naturel est égal à l'indice de volume de l'extraction des ressources, alors que le coût pour l'utilisateur de l'intrant capital naturel est la rente des ressources. La rente des ressources peut être estimée par recoupement; elle est égale à la différence entre la valeur des ressources extraites et les coûts du capital autre que le capital naturel, calculés en utilisant un taux de rendement exogène¹³.

Cette procédure d'estimation de l'indice de volume du capital naturel diffère de l'estimation de l'indice de volume pour l'autre capital. L'indice de volume de l'intrant capital autre que le capital naturel n'est pas observé et on le suppose être proportionnel au stock du capital. On observe en revanche l'indice de volume du capital naturel, qui est égal au volume de l'extraction des ressources.

Une industrie utilise souvent divers intrants capital naturel, tels que le charbon, les minerais métalliques et les minéraux non métalliques, dans sa production. Ces différents types d'intrants capital naturel doivent être agrégés pour dériver une mesure agrégée de l'intrant capital naturel. De façon similaire à la procédure d'agrégation du capital produit pour tous les types d'actifs, les poids de l'agrégation devraient être fondés sur les coûts pour l'utilisateur des intrants capital naturel. Adams et Wang (2015) ont appliqué une telle approche en utilisant des estimations de la rente des ressources pour divers types d'intrants capital naturel au sein d'une industrie.

Il est souvent difficile d'estimer les rentes des ressources par actif, car on doit alors distribuer les revenus et les coûts des intrants entre plusieurs ressources pour les entreprises participant à l'extraction de multiples actifs en ressources naturelles. Dans le cadre de la présente étude, la valeur des actifs en ressources naturelles sera utilisée pour l'agrégation. On suppose ainsi que la rente des ressources par valeur en dollars des ressources extraites est égalisée pour tous les types d'actifs en ressources. Il s'agit de la procédure qu'a utilisée le bureau central de la statistique des Pays-Bas pour mesurer l'intrant capital naturel et la PMF pour le secteur minier (Veldhuizen et de Haan, 2012). Au Canada, on a constaté que les poids choisis pour l'agrégation avaient peu d'effets sur la croissance de l'intrant capital naturel estimé.

Le tableau 6 et le graphique 3 présentent les comptes élargis de la croissance pour les sous-secteurs de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz. Les données sur la production brute, l'intrant capital, l'intrant travail et les intrants intermédiaires sont tirées des CCP de Statistique Canada (tableau 36-10-0217-01, anciennement CANSIM 383-0032)). L'indice de volume de l'intrant capital naturel est dérivé des tableaux de ressources des comptes d'entrées-sorties et est disponible jusqu'à l'année de référence la plus récente des tableaux d'entrées-sorties, c'est-à-dire 2013.

13. La rente des ressources est fixée à 0 en cas de résultat négatif. Au Canada, cela s'est produit à la fin des années 1980 et dans les années 1990, lorsque les prix des ressources naturelles étaient bas et indiquaient d'importantes réductions.

Tableau 6**Croissance de la productivité multifactorielle dans le sous-secteur de l'extraction de pétrole et de gaz, 1980 à 2013**

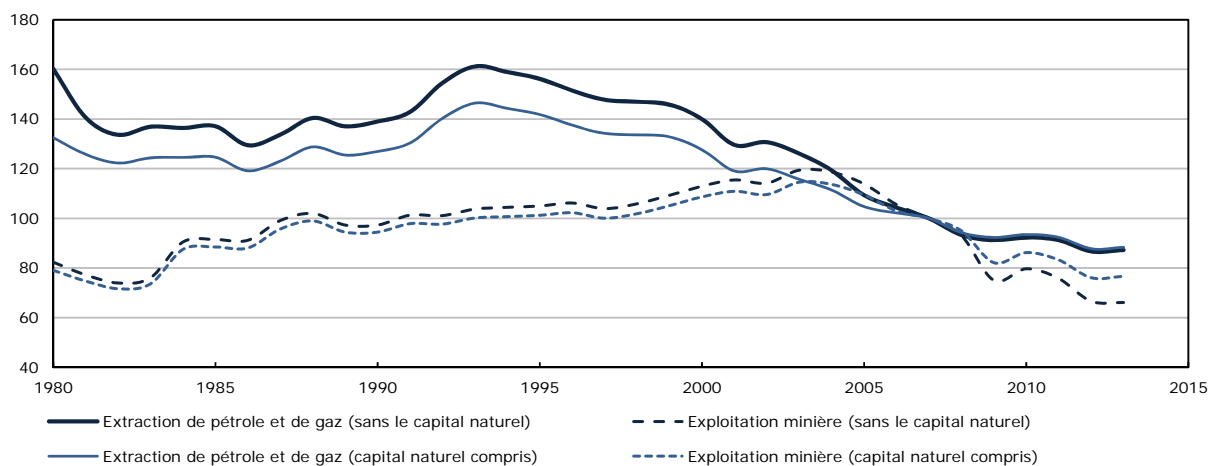
	1980 à 2000	2000 à 2013
Production brute réelle	3,7	2,4
pourcentage		
Contributions		
Intrant travail	0,1	0,5
Intrant capital	1,6	3,0
Intrant capital naturel	0,4	0,1
Intrant intermédiaire	1,8	1,6
Croissance de la PMF	-0,2	-2,8
Addendum		
Croissance de la production réelle	3,7	2,4
Croissance de l'intrant travail	2,4	7,6
Croissance de l'intrant capital	3,9	6,7
Croissance de l'intrant capital naturel	3,4	2,3
Croissance de l'intrant intermédiaire	4,8	4,6
Croissance de la PMF sans le capital naturel	-0,7	-3,6

Note : PMF = productivité multifactorielle.

Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0217-01 et les tableaux des ressources et des emplois de la Division des comptes de l'industrie de Statistique Canada.

Graphique 3**Productivité multifactorielle dans les sous-secteurs de l'exploitation minière et de l'extraction de pétrole et de gaz, 1980 à 2013**

indice (2007=100)



Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0217-01.

La croissance du capital produit, du capital de stocks, des intrants travail et des intrants intermédiaires a été plus rapide que la croissance de l'intrant capital naturel dans le sous-secteur de l'extraction de pétrole et de gaz au Canada de 1980 à 2013. Cette différence s'accroît après l'an 2000. Cela reflète une utilisation accrue de l'intrant capital traditionnel pour l'extraction dans le sous-secteur de l'extraction de pétrole et de gaz, car les coûts d'extraction du pétrole et du gaz deviennent de plus en plus élevés.

Les comptes élargis de la croissance relativement à l'extraction de pétrole et de gaz présentés dans le tableau 6 fournissent également une évaluation de la contribution de l'intrant capital naturel à la croissance économique. De 1980 à 2013, les principaux facteurs qui ont contribué à la croissance de la production dans le sous-secteur de l'extraction de pétrole et de gaz étaient les intrants autre capital et les intrants intermédiaires, suivis de l'intrant capital naturel et de l'intrant travail. L'intrant capital naturel a représenté 0,4 point de pourcentage sur les 3,7 % de croissance annuelle de la production brute de l'extraction de pétrole et de gaz de 1980 à 2000, et 0,1 point de pourcentage sur les 2,4 % de croissance annuelle de la production brute de 2000 à 2013.

La croissance de la PMF sans le capital naturel a diminué dans le sous-secteur de l'extraction de pétrole et de gaz au cours des périodes de 1980 à 2000 et de 2000 à 2013. Le ralentissement a été bien plus important toutefois après l'an 2000. Il a été de 0,7 % par an, de 1980 à 2000 et de 3,6 % par an, de 2000 à 2013. Ce recul se traduit par un ralentissement de la croissance de la PMF de 2,9 points de pourcentage pour le sous-secteur de l'extraction de pétrole et de gaz sur ces deux périodes. Si le capital naturel est compris dans la mesure du capital, la diminution de la PMF est moins importante au cours de ces deux périodes, tout comme le ralentissement de la croissance de la PMF après l'an 2000. La baisse de la PMF et le ralentissement de la croissance de la PMF après l'an 2000 dans le sous-secteur de l'extraction de pétrole et de gaz sont partiellement attribuables à l'intrant capital naturel non mesuré.

Le tableau 7 et le graphique 3 présentent les comptes de la croissance pour le sous-secteur de l'exploitation minière. La croissance de la PMF sans le capital naturel a diminué au cours de la période de 2000 à 2013, par rapport à la période de 1980 à 2000. La croissance de la PMF a ralenti, passant d'une hausse de 1,6 % par an à une baisse de 4,1 % par an d'une période à la suivante, ce qui représente un ralentissement de 5,7 points de pourcentage au cours de ces deux périodes. Lorsque l'intrant capital naturel est inclus, le ralentissement de la croissance de la PMF est de 4,3 points de pourcentage au cours des deux périodes, passant d'une hausse de 1,6 % par an à une baisse de 2,7 % par an. Le ralentissement de la croissance de la PMF dans le sous-secteur de l'exploitation minière est partiellement attribuable au capital naturel non mesuré.

Tableau 7

Croissance de la productivité multifactorielle dans le secteur minier (à l'exception de l'extraction de pétrole et de gaz), 1980 à 2013

	1980 à 2000	2000 à 2013
	pourcentage	
Production brute réelle	1,0	1,1
Contributions		
Intrant travail	-0,3	0,4
Intrant capital	-0,2	2,1
Intrant capital naturel	0,0	0,1
Intrant intermédiaire	0,0	1,2
Croissance de la PMF	1,6	-2,7
Ajout		
Croissance de la production réelle	1,0	1,1
Croissance de l'intrant travail	-1,2	2,9
Croissance de l'intrant capital	-0,5	6,6
Croissance de l'intrant capital naturel	1,1	0,9
Croissance de l'intrant intermédiaire	-0,1	3,6
Croissance de la PMF sans le capital naturel	1,6	-4,1

Note : PMF = productivité multifactorielle.

Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0217-01.

Alors que l'intégration de l'intrant capital naturel améliore la mesure de l'intrant capital et réduit la baisse de la PMF dans les sous-secteurs de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz, on observe toutefois toujours une diminution à long terme de la PMF. Pour mieux comprendre ce ralentissement de la croissance de la PMF, il est nécessaire de disposer de microdonnées sur les activités de production des mines et d'estimations de la croissance de la productivité pour diverses activités d'extraction de ressources, comme l'extraction de pétrole par des méthodes classiques et non classiques. De telles données permettent de décomposer le ralentissement de la croissance de la PMF en fonction de la contribution de la croissance de la productivité dans différents types de mines et pour différents types d'activités d'extraction de ressources et en fonction de la contribution des variations de la composition de ces diverses mines et activités d'extraction de ressources.

3.3 Capital infrastructurel et croissance de la productivité multifactorielle dans le secteur des entreprises

Le capital infrastructurel public (les routes, les ponts, les systèmes d'égouts et les systèmes d'épuration des eaux du pays) constitue un intrant vital dans la production du secteur des entreprises. Il contribue à la productivité dans le secteur des entreprises privées, puisqu'il permet une concentration des ressources économiques, crée des marchés plus vastes et plus actifs au chapitre de la production et de l'emploi et réduit les coûts de transport et de production.

La contribution du capital infrastructurel public à la croissance de la productivité peut être examinée à l'aide d'un cadre comptable de la croissance élargi (Mas, 2006; Gu et Macdonald, 2009). Le cadre comptable de la croissance qu'utilisent les organismes statistiques est axé sur les intrants et les extrants du secteur privé. Les répercussions du capital public sont actuellement incorporées à la PMF.

Pour analyser explicitement l'influence du capital public, les variations de la PMF à l'aide de la méthode traditionnelle de la comptabilité de la croissance pour le secteur des entreprises sont décomposées en contribution du capital public et en PMF nette de l'effet du capital public. Cette approche adopte l'hypothèse habituelle selon laquelle les rendements d'échelle sont constants pour l'ensemble des intrants du secteur privé et le coût des facteurs de production du secteur privé correspond à leur produit marginal. On suppose que le capital public influe sur la croissance de la production, mais pas la substitution entre l'intrant capital privé et l'intrant travail.

La PMF nette de la contribution du capital public à la croissance de la production est estimée comme suit :

$$t_A = t_A^* + \beta_G \Delta \ln G, \quad (10)$$

où t_A désigne la PMF dans le secteur des entreprises à partir des comptes de la croissance se concentrant sur les intrants privés, t_A^* désigne la croissance de la PMF nette de la contribution du capital public et G désigne le stock du capital public en dollars constants. β_G Représente l'élasticité du capital public par rapport à la production du secteur des entreprises. Il indique la variation en pourcentage de la production du secteur des entreprises pour une variation en pourcentage donnée du stock du capital public. Le terme $\beta_G \Delta \ln G$ de l'équation mesure l'effet du capital public sur la production du secteur des entreprises et la croissance de la productivité.

L'élasticité de la production β_G peut être exprimée sous la forme $\beta_G = \frac{G}{A} \frac{\Delta A}{\Delta G}$, où A désigne la

valeur ajoutée en dollars constants et $\Delta A / \Delta G$ est le produit marginal du capital public. Dans le cas d'un marché concurrentiel de fourniture du capital public, la valeur du produit marginal du capital public est égale au coût pour l'utilisateur du capital public et l'élasticité de la production du capital public est égale à la part du coût du capital public dans la valeur de la production du secteur des entreprises :

$$\beta_G = \frac{c_G G}{P_A A}, c_G = P_G (\gamma + \delta - \pi), \quad (11)$$

où c_G est le coût pour l'utilisateur du capital public, γ est le taux de rendement nominal, δ est la dépréciation du capital public et π représente les gains en capital pour le capital public ou les variations en pourcentage du prix de l'investissement du capital public. P_G est le prix

d'investissement du capital public, alors que P_A est le prix de la production du secteur des entreprises.

En général, le taux de rendement de l'équation peut être interprété comme le rendement des investissements en capital public. Un grand nombre d'études ont estimé l'élasticité de la production et le taux de rendement implicite du capital public. Gu et Macdonald (2009) ont indiqué une estimation de l'élasticité de la production relativement au capital infrastructurel public d'environ 0,1 pour le secteur canadien des entreprises. Le taux de rendement implicite relatif à l'élasticité est semblable au rendement du capital nominal après impôts du secteur des entreprises.

Gu et Macdonald (2009) ont examiné la contribution du capital infrastructurel public à la croissance de la productivité pour le secteur des entreprises de 1961 à 2006. Leurs résultats sont étendus à des années plus récentes dans le tableau 8. Le stock de capital public comprend le stock de capital public des administrations publiques ainsi que des secteurs de la santé publique et de l'éducation. Il comprend les routes, les ponts, les systèmes d'égouts, les systèmes d'épuration des eaux, les établissements scolaires et les hôpitaux. L'élasticité de la production du capital public dans les équations (10) et (11) est estimée en supposant que le taux de rendement du capital public est égal au rendement du capital après impôts du secteur des entreprises.

Tableau 8
Contributions du capital public à la croissance de la productivité multifactorielle dans le secteur des entreprises, 1980 à 2015

	1980 à 2000	2000 à 2015
	pourcentage	
Croissance de la PMF	0,4	-0,2
Contribution du capital public	0,1	0,2
Croissance de la PMF sans le capital public	0,4	-0,4

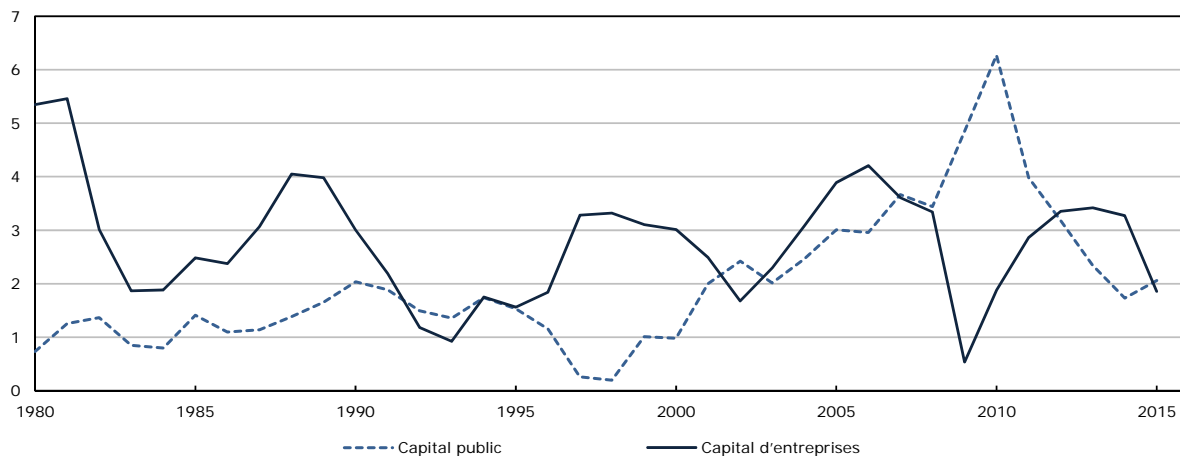
Note : PMF = productivité multifactorielle.

Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0208-01.

Le graphique 4 présente la croissance du stock du capital public et du stock du capital du secteur des entreprises de 1980 à 2015. Au cours des années 1980 et 1990, la croissance du capital public a été plus lente que celle du stock de capital du secteur des entreprises, car la période d'expansion du réseau routier partout au pays amorcée dans les années 1960 a pris fin. Dans les années 2000, la croissance du capital public a dépassé la croissance du capital du secteur des entreprises, en raison de gros investissements en infrastructure provenant du programme gouvernemental de stimulation économique en vigueur au cours de cette période.

Graphique 4
Croissance annuelle du stock de capital public et du stock de capital d'entreprises,
1980 à 2015

pourcentage



Source : Statistique Canada, totalisations de l'auteur fondées sur les données sous-jacentes du tableau 36-10-0208-01.

Le tableau 8 présente la contribution du capital public au secteur des entreprises. De 1980 à 2000, le capital public a représenté jusqu'à 0,1 point de pourcentage de la croissance de la PMF moyenne dans le secteur des entreprises. Après l'an 2000, la contribution du capital public à la croissance de la PMF du secteur des entreprises a repris en raison d'une hausse des investissements dans l'infrastructure publique au cours de cette période. Elle a représenté 0,2 point de pourcentage de la croissance de la PMF dans le secteur des entreprises de 2000 à 2015.

La croissance de la PMF a ralenti dans le secteur des entreprises de 2000 à 2015, par rapport à la période de 1980 à 2000. Ce ralentissement de la croissance de la PMF n'est pas attribuable à l'effet décroissant du capital public. En fait, l'effet du capital public a augmenté après l'an 2000, en raison de la hausse des investissements en capital public au cours de cette période.

4 Utilisation de la capacité et croissance de la productivité multifactorielle dans la fabrication

Les statistiques de la productivité que publie Statistique Canada et la plupart des autres organismes statistiques ne corrigent pas les variations à court terme de l'utilisation de la capacité. Par conséquent, les variations de la croissance de la PMF reflètent les variations de l'utilisation de la capacité à court terme. Dans la présente section, la croissance de la PMF est corrigée en fonction des variations à court terme de l'utilisation du capital, afin que la croissance de la PMF mesure mieux les progrès technologiques.

La correction pour tenir compte de l'effet des variations de l'utilisation de la capacité est importante en cas de variations des taux d'utilisation de la capacité. Les ressources du Canada ont récemment connu un essor, et le taux de change avec les États-Unis s'est apprécié. À l'aide de microdonnées sur les mesures prises par les usines pour faire face aux pressions découlant des fluctuations des marchés d'exportation et des baisses subséquentes de l'utilisation de la capacité, Baldwin, Gu et Yan (2013) ont démontré que la diminution de la mesure standard de la PMF au début des années 2000 était partiellement attribuable à la diminution de l'utilisation de la capacité.

Dans de nombreuses études, on a tenté d'ajuster la mesure de la PMF en fonction de l'utilisation de la capacité. Cependant, comme Berndt et Fuss (1986) l'ont indiqué, cet ajustement est

principalement ponctuel, faute de cadre théorique. Gu et Wang (2013) ont mis sur pied une procédure non paramétrique pour effectuer un tel ajustement. Cette procédure d'ajustement repose sur la théorie économique de la production. L'utilisation de la capacité est mesurée en comparant le rendement *a posteriori* au rendement *prévisionnel* attendu du capital. Cette méthode est intuitivement intéressante, parce que les variations du rendement *a posteriori* du capital devraient principalement refléter la variation de l'utilisation du capital. Un niveau plus élevé de capital non utilisé et le niveau plus faible d'utilisation de la capacité qui en découle devraient être associés à un rendement *a posteriori* plus bas, calculé en fonction du niveau réel du capital. De la même manière, un niveau plus élevé d'utilisation de la capacité devrait être associé à un taux de rendement *a posteriori* plus élevé du niveau réel du capital.

Plus précisément, le ratio du coût pour l'utilisateur du capital fondé sur le rendement du capital *a posteriori* au coût pour l'utilisateur du capital fondé sur le rendement *prévisionnel* est utilisé pour mesurer l'utilisation de la capacité. La croissance de la PMF est corrigée en fonction des variations de l'utilisation de la capacité à l'aide de l'équation suivante :

$$t_A = t_A^{cu} + \alpha_K^{cost} \Delta \ln(P_K^{ex\ post} / P_K^{ex\ ante}), \quad (12)$$

où t_A^{cu} est la croissance de la PMF corrigée en fonction de l'utilisation fondée sur la valeur ajoutée et α_K^{cost} est la part des coûts du capital dans la somme des coûts du capital et du travail.

Dans l'équation (12), le ratio du coût pour l'utilisateur du capital *a posteriori* au coût pour l'utilisateur du capital *prévisionnel* devrait être utilisé pour corriger la **quantité** d'intrant capital plutôt que le **prix** de l'intrant capital. Cette opinion s'oppose à celle de Berndt et Fuss (1986), qui estiment que le coût pour l'utilisateur du capital *a posteriori* devrait être utilisé pour évaluer le **prix** de l'intrant capital pour tenir compte des variations de l'utilisation de la capacité dans la mesure de la PMF. Cependant, comme Basu et Fernald (2001) ainsi que Hulten (2009) l'ont fait observer, la procédure de Berndt et Fuss ne résout pas la question de l'utilisation de la capacité dans la mesure de la PMF.

La mesure de l'utilisation de la capacité utilisée pour corriger la croissance de la PMF en fonction des variations de l'utilisation de la capacité est définie comme le ratio du coût pour l'utilisateur du capital *a posteriori* au coût pour l'utilisateur *prévisionnel* du capital. Le coût pour l'utilisateur du capital *a posteriori* est estimé à l'aide d'une moyenne mobile sur cinq ans du taux de rendement interne réel¹⁴. Cette mesure de l'utilisation de la capacité a diminué de 2000 à 2009, s'accompagnant d'une baisse de la production et de l'emploi, puis a augmenté après 2009, s'accompagnant d'une hausse de la production et de l'emploi. Cette tendance correspond à celle du taux d'utilisation de la capacité industrielle, tiré de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations (EDIR). Ce taux mesure l'intensité à laquelle les industries utilisent leur capacité de production et représente le pourcentage de production réelle par rapport au potentiel de production.

Le tableau 9 présente la croissance de la PMF dans le secteur de la fabrication. Les variations de l'utilisation de la capacité ont peu d'incidence sur la croissance de la PMF à long terme. Les variations de l'utilisation de la capacité ont en revanche un effet important sur la croissance de la PMF à court terme. Au cours de la période de 2000 à 2009, par exemple, la PMF non corrigée en fonction de l'utilisation a diminué de 0,9 % par an. La PMF corrigée en fonction de l'utilisation de la capacité a, en revanche, augmenté de 0,3 % par an au cours de la même période.

14. Gu et Wang (2013) ont utilisé la moyenne mobile sur neuf ans et ont obtenu des résultats similaires quant à l'effet de l'ajustement de la croissance de la PMF en fonction de l'utilisation.

Tableau 9**Croissance de la productivité multifactorielle corrigée en fonction de l'utilisation de la capacité dans le secteur de la fabrication, 1980 à 2015**

	1980 à 2000	2000 à 2009	2009 à 2015
		pourcentage	
Croissance de la PMF	2,1	-0,9	2,2
Croissance de la PMF corrigée en fonction de l'utilisation de la capacité	2,2	0,3	1,4

Note : PMF = productivité multifactorielle.

Source : Statistique Canada, calculs de l'auteur fondés sur les données du tableau 36-10-0208-01.

La croissance de la PMF a diminué au cours de la période de 2000 à 2009, par rapport à la période de 1980 à 2000. On est passé, plus précisément, d'une hausse de 2,1 % par an à une baisse de 0,9 % par an, ce qui représente un ralentissement de la croissance de la PMF de 3,0 points de pourcentage sur ces deux périodes. Lorsque l'on tient compte de la variation de l'utilisation de la capacité, ce ralentissement est moindre, passant d'une augmentation de 2,2 % par an à une hausse de 0,3 % par an au cours de ces deux périodes. Ce ralentissement de la croissance de la PMF est partiellement attribuable à la baisse de l'utilisation du capital dans le secteur de la fabrication entre 2000 et 2009.

Après 2009, la production et l'emploi ont enregistré une croissance positive et l'utilisation de la capacité a augmenté. La PMF a augmenté de 2,2 % par an au cours de la période de 2009 à 2015. Cette croissance positive de la PMF était principalement due à une hausse de l'utilisation de la capacité. La PMF corrigée en fonction de l'utilisation de la capacité a augmenté de 0,4 % par an¹⁵.

5 Les questions de mesure influent-elles sur la croissance de la productivité du travail après l'an 2000?

Le tableau 10 présente l'effet de la croissance de la PMF dans le secteur des entreprises lorsque l'on intègre le capital public, le capital naturel et les variations de l'utilisation de la capacité. La croissance de la PMF a ralenti dans le secteur des entreprises de 2000 à 2015, par rapport à la période de 1980 à 2000. Elle a diminué de 0,61 point de pourcentage au cours des deux périodes, passant d'une hausse de 0,43 % par an à une baisse de 0,18 % par an.

15. Il est possible d'effectuer l'ajustement en fonction de l'utilisation en se basant sur une comparaison du coût pour l'utilisateur a posteriori et du coût pour l'utilisateur prévisionnel dans le cas de la période s'étendant jusqu'à 2011, pour laquelle la valeur ajoutée nominale et le revenu du capital sont disponibles. L'utilisation de la capacité pour les années plus récentes est élargie au moyen des taux de capacité industrielle de l'EDIR.

Tableau 10
Productivité multifactorielle dans le secteur des entreprises après divers ajustements,
1980 à 2015

	1980 à 2000	2000 à 2015	2000 à 2015 moins 1980 à 2000
		pourcentage	
Croissance de la PMF	0,43	-0,18	-0,61
Variations de la croissance de la PMF attribuables aux effets suivants			
Immobilisations incorporelles	0,13	-0,01	-0,14
Capital naturel	0,04	0,13	0,09
Capital public	-0,08	-0,23	-0,15
Utilisation de la capacité	0,02	0,09	0,07
Croissance ajustée de la PMF	0,54	-0,20	-0,75

Note : PMF = productivité multifactorielle. L'ajustement global est la somme des ajustements en fonction du capital public, du capital naturel et de l'utilisation de la capacité.

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs à partir des tableaux 36-10-0208-01 et 36-10-0217-01.

Lorsque le capital naturel et les variations de l'utilisation du capital sont pris en compte, le ralentissement de la croissance de la PMF est de 0,45 point de pourcentage sur les deux périodes, passant de 0,49 % par an à 0,04 % par an. Environ 0,16 point de pourcentage, soit 25 % du ralentissement de la croissance de la PMF au sein du secteur des entreprises canadien au cours de la période allant de 2000 à 2015, par rapport à la période allant de 1980 à 2000, est attribuable à la hausse de l'utilisation du capital produit et aux intrants intermédiaires nécessaires pour extraire les ressources naturelles, avec la réduction de la teneur en minerai et la diminution de l'utilisation du capital dans la fabrication.

Le ralentissement de la productivité du travail et de la croissance de la PMF n'est pas attribuable aux fluctuations des immobilisations incorporelles et du capital infrastructurel après l'an 2000. Le capital infrastructurel a contribué à une accélération de la croissance de la productivité du travail et de la croissance de la PMF après l'an 2000, en raison d'une importante augmentation des investissements en infrastructure au cours de cette période. La baisse de la croissance de la PMF était plus importante après 2000, alors qu'un ajustement a été apporté pour l'effet des immobilisations incorporelles et du capital infrastructurel.

6 Conclusions

La croissance de la productivité du travail et la croissance de la productivité multifactorielle (PMF) ont ralenti dans le secteur canadien des entreprises après l'an 2000. La présente étude se concentre sur le rôle des questions de mesure dans le ralentissement de la croissance de la productivité observé au Canada. Elle élargit d'abord la couverture des actifs dans la mesure de l'intrant capital pour y inclure le capital naturel, les immobilisations incorporelles et le capital infrastructurel public, afin d'examiner le rôle de ces immobilisations dans la tendance récente de la croissance de la productivité. Elle tient ensuite compte des variations de l'utilisation du capital, afin d'examiner le rôle que ces variations jouent dans le ralentissement de la croissance de la productivité dans les secteurs canadiens de la fabrication et des entreprises.

Cette étude conclut que seuls 25 % du ralentissement de la croissance de la PMF au sein du secteur des entreprises canadien de 2000 à 2015, par rapport à la période de 1980 à 2000, sont attribuables à la hausse de l'utilisation du capital produit et aux intrants intermédiaires nécessaires pour extraire les ressources naturelles avec la réduction de la teneur en minerai et la diminution de l'utilisation du capital dans la fabrication. Le ralentissement de la productivité du travail et de la croissance de la PMF n'est pas attribuable aux fluctuations des immobilisations incorporelles et du capital infrastructurel après l'an 2000. Le capital infrastructurel a contribué à une accélération de la croissance de la productivité du travail et de la croissance de la PMF après l'an 2000, en raison d'une augmentation importante des investissements en infrastructure au cours de cette période. La baisse de la croissance de la PMF était plus importante après 2000, alors qu'un ajustement a été apporté pour l'effet des immobilisations incorporelles et du capital infrastructurel.

La croissance de la productivité du travail et la croissance de la PMF ont ralenti dans pratiquement toutes les économies avancées (OCDE, 2016). Byrne, Fernald et Reinsdorf (2016) ont examiné le rôle des questions de mesure dans le ralentissement de la croissance de la productivité aux États-Unis. Baily et Montalbano (2016) ont passé en revue les recherches sur les questions de mesure relativement au ralentissement de la croissance de la productivité aux États-Unis. Les résultats obtenus pour le Canada et les États-Unis donnent à penser que les questions de mesure seules ne peuvent expliquer le ralentissement de la productivité au sein des économies avancées au cours des dernières décennies. De futures recherches devraient se concentrer sur le rôle d'autres facteurs dans le ralentissement récent de la croissance de la productivité au sein des économies avancées, tels que l'innovation, la diffusion de l'innovation, le manque de concurrence et la diminution du dynamisme des entreprises.

Bibliographie

Adams, P. et W. Wang. 2015. *Comptabilisation du capital naturel dans la productivité du secteur de l'extraction minière et de l'extraction de pétrole et de gaz*. Direction des études analytiques : documents de recherche n° 372. Produit n° 11F0019M au catalogue de Statistique Canada. Ottawa : Statistique Canada.

Ahmad, N. et P. Schreyer. 2016. « Are GDP and productivity measures up to the challenges of the digital economy? » *Observateur international de la productivité* 30 : 4 à 27.

Almon, M.J. et J. Tang. 2011. « Industrial structural change and the post-2000 output and productivity growth slowdown: A Canada-U.S. comparison ». *Observateur international de la productivité* 22 : 44 à 81.

Australian Bureau of Statistics. 2014. *5204.0.55.010 – Information paper: Introduction of Mining Natural Resources into Australia Productivity Measures, 2012-13*. Dernière mise à jour le 27 janvier 2016. Disponible au lien suivant : <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/Latestproducts/5204.0.55.010Main%20Features12012-13?opendocument&tabname=Summary&prodno=5204.0.55.010&issue=2012-13&num=&view> (consulté le 8 février 2018).

Baily, M.N. et N. Montalbano. 2016. *Why is U.S. Productivity Growth So Slow? Possible Explanations and Policy Responses*. Document de travail présenté à une conférence conjointe au IBPP-Huchins Center sur le ralentissement de la productivité tenue à la Brookings Institution, Washington, D.C., le 9 septembre 2016. Disponible au lien suivant : <https://www.brookings.edu/research/why-is-us-productivity-growth-so-slow-possible-explanations-and-policy-responses/> (consulté le 8 février 2018).

Baldwin, J.R., W. Gu, A. Lafrance et R. Macdonald. 2009. *Investissement en actifs incorporels au Canada : dépenses de R-D, d'innovation, d'image de marque et de prospection minière, pétrolière et gazière*. La revue canadienne de productivité, n° 26. Produit n° 15-206-X au catalogue de Statistique Canada. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, J.R., W. Gu et R. Macdonald. 2012. *Immobilisations incorporelles et croissance de la productivité au Canada*. La revue canadienne de productivité, n° 29. Produit n° 15-206-X au catalogue de Statistique Canada. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, J.R., W. Gu, R. Macdonald, W. Wang et B. Yan. 2014. *La révision des comptes de productivité multifactorielle*. La revue canadienne de productivité, n° 35. Produit n° 15-206-X au catalogue de Statistique Canada. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, J.R., W. Gu et B. Yan. 2013. « Export growth, capacity utilization and productivity growth: Evidence for Canadian manufacturing plants ». *Review of Income and Wealth* 59 : 665 à 688.

Baldwin, J.R. et M. Willox. 2016. *Les sources des baisses de rendement de la productivité du travail au Canada et le rôle de l'ajustement structurel dans les années 1990 et 2000*. Direction des études analytiques : documents de recherche n° 373. Produit n° 11F0019M au catalogue de Statistique Canada. Ottawa : Statistique Canada.

Balk, B.M. 2010. « An assumption-free framework for measuring productivity change ». *The Review of Economics and Statistics* 56 (1) : S224 à S256.

Balk, B.M. 2015. « Measuring and relating aggregate and subaggregate total factor productivity change without neoclassical assumptions ». *Statistica Neerlandica* 69 (1) : 21 à 48.

Basu, S. et J. Fernald. 2001. « Why is productivity procyclical? Why do we care? » Dans *New Directions in Productivity Analysis, Studies in Income and Wealth*, publié sous la direction de E. Dean, M.J. Harper et C. Hulten, vol. 63. Chicago : University of Chicago Press.

Basu, S. et J. Fernald. 2002. « Aggregate productivity and aggregate technology ». *European Economic Review* 56 (6) : 963 à 991.

Berndt, E.R. et M.A. Fuss. 1986. « Productivity measurement with adjustments for variations in capacity utilization and other forms of temporary equilibrium ». *Journal of Econometrics* 33 : 7 à 29.

Bruno, M. 1978. « Duality, intermediate inputs and value added ». Dans *Production Economics : A Dual Approach to Theory and Applications*, publié sous la direction de M. Fuss et D. McFadden, vol. 2. Amsterdam : Hollande-Septentrionale.

Brynjolfsson, E. et J.H. Oh. 2012. *The Attention Economy: Measuring the Value of Free Digital Services on the Internet*. Document de travail. International Conference on Information Systems 4 : 3243 à 3261.

Byrne, D.M., J.G. Fernald et M.B. Reinsdorf. 2016. *Does the United States Have a Productivity Slowdown or a Measurement Problem?* Brookings Paper on Economic Activity. Washington, D.C. : The Brookings Institution.

Cette, G., J.G. Fernald et B. Mojon. 2016. *The Pre-Great Recession Slowdown in Productivity*. Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper 2016-08. Disponible au lien suivant : <http://www.frbsf.org/economic-research/publications/working-papers/wp2016-08.pdf> (consulté le 9 février 2018).

Corrado, C., C. Hulten et D. Sichel. 2009. « Intangible capital and U.S. economic growth ». *Review of Income and Wealth* 55 (3) : 661 à 685.

Diewert, W.E. 1976. « Exact and superlative index numbers ». *Journal of Econometrics* 4 : 115 à 145.

Diewert, W.E. 2014. *A Note on Reconciling Gross Output TFP Growth with Value Added TFP Growth*. Document de travail n° 14-12. Vancouver, C.-B. : School of Economics, Université de la Colombie-Britannique. Disponible au lien suivant : https://www.economics.ubc.ca/files/2014/12/pdf_paper_erwin-diewert-14-12-Reconciling.pdf (consulté le 9 février 2018).

Diewert, W.E. et E. Yu. 2012. « New estimates of real income and multifactor productivity growth for the Canadian business sector, 1961-2011 ». *Observateur international de la productivité* 24 : 27 à 48.

Domar, E. 1961. « On the measurement of technical change ». *Economic Journal* 71 : 710 à 729.

Durand, René. 1996. « Canadian input-output-based multi-factor productivity accounts ». *Economic Systems Research* 8 (4) : 367 à 390.

Gu, W. et R. Macdonald. 2009. *The Impact of Public Infrastructure on Canadian Multifactor Productivity Estimates*. La revue canadienne de productivité, n° 21. Produit n° 15-206-X au catalogue de Statistique Canada. Ottawa : Statistique Canada.

Gu, W. et W. Wang. 2013. « Correction for variations in capacity utilization in the measurement of productivity growth: A non-parametric approach ». *Journal of Economic and Social Measurement* 38 (4) : 347 à 369.

- Hall, R. 1990. « Invariance properties of Solow's productivity residual ». Dans *Growth, Productivity, Employment*, publié sous la direction de P. Diamond. Cambridge, Massachusetts : MIT Press.
- Harper, M.J., A.O. Nakamura et L. Zhang. 2012. « Difficulties assessing multifactor productivity growth in Canada ». *Observateur international de la productivité* 24 : 76 à 84.
- Hulten, C.R. 2009. *Growth Accounting*. NBER Working Paper Series, no. 15341. Cambridge, Massachusetts : National Bureau of Economic Research.
- Hulten, C.R. et P. Schreyer. 2010. *GDP, Technical Change, and the Measurement of Net Income: The Weitzman Model Revisited*. NBER Working Paper Series, no. 16010. Cambridge, Massachusetts : National Bureau of Economic Research.
- Jorgenson, D.W. 1966. « The embodiment hypothesis ». *Journal of Political Economy* 74 (1) : 1 à 17.
- Jorgenson, D.W. 2012. « The World KLEMS Initiative. » *Observateur international de la productivité* 24 : 5 à 19.
- Jorgenson, D.W., F.M. Gollop et B. Fraumeni. 1987. *Productivity and U.S. Economic Growth*. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press.
- Jorgenson, D.W., M.S. Ho et K. Stiroh. 2005. *Information Technology and the American Growth Resurgence*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press.
- Mas, M. 2006. *Infrastructures and New Technologies as Sources of Spanish Economic Growth*. MPRA Paper no. 15795. Munich, Allemagne : Université de Munich.
- Nakamura, L., J. Samuels et R. Soloveichik. 2016. *Valuing "Free" Media in GDP: An Experimental Approach*. Washington, D.C. : U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis.
- Olewiler, N. « Canada's dependence on natural capital wealth: Was Innis wrong? » Conférence annuelle de l'Association canadienne d'économique, Antigonish, Nouvelle-Écosse. Du 1^{er} au 4 juin 2017. Innis Lecture.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). 2015. *The Future of Productivity*. Paris, OCDE.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). 2016. *OECD Compendium of Productivity Indicators, 2016*. Paris, OCDE.
- Rao, S., A. Sharpe et J. Smith. 2005. « Analyse du ralentissement de la croissance de la productivité du travail au Canada depuis 2000. » *Observateur international de la productivité* 10 : 3 à 23.
- Schreyer, P. 2001. *Mesurer la productivité : Manuel de l'OCDE*. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques.
- Schreyer, P. 2010. « Measuring multi-factor productivity when rates of return are exogenous ». Dans *Price and Productivity Measurement: Volume 6, Index Number Theory*, publié sous la direction de W.E. Diewert, B.M. Balk, D. Fixler, K.J. Fox et A.O. Nakamura, chapitre 2, p. 13 à 40. Bloomington, Indiana : Trafford Press.

Schreyer, P. 2012. *Productivity Measurement and Natural Assets: An Extended Growth Accounting Approach*. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques. Ébauche.

Sharpe, A. et A. Murray. *Explanations for the U.S. Productivity Growth Slowdown*. Document présenté à la conférence annuelle de l'Association canadienne d'économie, Antigonish, Nouvelle-Écosse, le 2 juin 2017.

Timmer, M.P., R. Inklaar, M. O'Mahony et B. van Ark. 2011. « Economic growth in Europe: A comparative industry perspective ». *Observateur international de la productivité* 21 : 3 à 23.

Topps, V. et T. Kuluys. 2014. « On productivity: The influence of natural resource inputs. » *Observateur international de la productivité* 27 : 64 à 78.

Varian, H. *Economic value of Google to US Advertisers and Customers*. Présentation à la conférence Web 2.0 Expo 2011, San Francisco, du 28 au 31 mars 2011.

Veldhuizen, E. et M. de Haan. *The Dutch growth accounts: Measuring productivity with non-zero profits*. Article préparé pour la 32^e Conférence générale de l'Association internationale de recherches sur le revenu et la fortune, Boston, Massachusetts, du 5 au 11 août 2012.