

L'économie numérique

Chris D'Souza et David Williams, département des Analyses de l'économie canadienne

- Les technologies numériques transforment le fonctionnement des entreprises en facilitant les tâches fortement tributaires de la connectivité, de l'utilisation de renseignements, des prévisions et de la collaboration.
- Les entreprises disposant d'un capital organisationnel (par exemple, processus de gestion du personnel et de prise de décisions de grande qualité) et d'un capital humain (main-d'œuvre qualifiée) élevés qui investissent dans les technologies numériques afficheront vraisemblablement les plus grands gains de productivité¹. Ces entreprises sont généralement capables de s'adapter et de tirer pleinement avantage de leurs investissements en repérant et en exploitant les occasions de faire progresser leurs ventes, de restructurer leurs processus et d'accroître l'efficacité de leur production.
- Le passage à une économie orientée sur les technologies numériques pourrait avoir une vaste gamme de répercussions macroéconomiques.

Les technologies numériques transforment notre façon de vivre, de travailler, de consommer et de produire des biens et services. Il peut s'agir, notamment, de l'infonuagique, de l'Internet des objets, de la robotique de pointe, de l'analyse avancée (y compris les mégadonnées, l'intelligence artificielle [IA] et l'apprentissage automatique), de la biotechnologie, des médias sociaux, de l'impression 3D, de la réalité augmentée, de la réalité virtuelle, de l'Internet à large bande et de la mobilité sans fil². L'Internet à

1 Le *capital organisationnel* s'entend des actifs incorporels d'une entreprise, c'est-à-dire ses processus, systèmes, normes, valeurs et connaissances qui définissent la manière dont elle combine ses ressources pour devenir productive. Les ressources d'une entreprise comprennent ses machines, ses brevets, ses marques, ses technologies de l'information et des communications ainsi que son capital humain. Le capital organisationnel se trouve difficile à imiter par les concurrents et offre donc un avantage concurrentiel aux propriétaires de l'entreprise (Lev, Radhakrishnan et Evans, 2016).

2 L'*infonuagique* permet d'accéder, à la demande, à un bassin partagé de ressources informatiques et de données, à partir d'un ordinateur ou d'autres appareils connectés à Internet. L'*Internet des objets* correspond au réseautage de dispositifs matériels — notamment les appareils, véhicules et immeubles intelligents — auxquels sont intégrés des capteurs, des composantes électroniques, des logiciels, des actionneurs et une connectivité réseau qui permettent de détecter et de transmettre l'activité ou les changements des conditions autour du dispositif. Les *mégadonnées* désignent les grands volumes de données que les entreprises collectent et analysent pour déceler les caractéristiques communes, les tendances du marché, les préférences des clients, etc. Les systèmes informatiques dotés de l'*intelligence artificielle* (IA) sont capables d'exécuter des tâches qui nécessitent normalement l'intelligence humaine, comme la reconnaissance vocale et la prise de décisions. L'*apprentissage automatique*, une branche de l'IA, a trait à la programmation d'ordinateurs qui apprennent à partir d'échantillons de données et de l'expérience. Cette capacité est des plus utiles dans les cas où il est impossible d'écrire directement un programme d'ordinateur pour résoudre un problème donné (Agrawal, Gans et Goldfarb, 2017). La *réalité augmentée* donne à voir en direct un lieu réel, auquel se superposent des éléments sensoriels générés par ordinateur (sons, vidéos, images ou données GPS). Par contre, la *réalité virtuelle* remplace le monde réel par un environnement simulé.

large bande et la mobilité sans fil ne sont pas nouveaux. Toutefois, leur adoption généralisée et l'amélioration des bandes passantes procurent une connectivité virtuelle essentielle à l'économie numérique, tout comme les réseaux d'énergie, de transport et de communications analogiques ont fourni une connectivité physique essentielle au développement de l'économie industrielle.

Le présent article compare la transformation numérique actuelle avec les révolutions industrielles passées. Il pose la question suivante : la numérisation doit-elle être considérée comme une évolution de la révolution des technologies de l'information et des communications (TIC) ou comme une ère nouvelle? Durant la révolution des TIC (dont il sera question ci-après), les entreprises ont utilisé l'électronique pour automatiser un nombre limité d'étapes routinières du processus de production³. À l'avenir, c'est grâce aux technologies numériques que l'on pourra automatiser bien d'autres tâches routinières de production, mais aussi certaines étapes complexes et non routinières.

Varian (2016) expose cinq grandes façons par lesquelles les technologies numériques transformeront les activités économiques :

1. *Collecte et analyse de données* — Les entreprises seront en mesure de recueillir de grandes quantités d'information sur les préférences des clients et de s'en servir pour prévoir le comportement de ceux-ci et améliorer la prestation de services.
2. *Personnalisation* — Les entreprises pourront fournir des produits et services conçus sur mesure. Les clients escomptent vivre une expérience simplifiée et s'attendent à ce que les commerçants possèdent les renseignements pertinents sur leur historique d'achats, leurs préférences de facturation, leur adresse de livraison, etc.
3. *Expérimentation et amélioration continue* — Les entreprises seront à même d'exploiter de grands ensembles de données et de puissants algorithmes de prévision pour automatiser leurs systèmes et éclairer leurs décisions concernant la production et l'affectation des ressources.
4. *Innovation en passation de contrats* — Les entreprises et les clients pourront suivre, surveiller et vérifier les activités exécutées par les autres parties aux contrats, ce qui facilitera de nouveaux types de transactions économiques (par exemple, service de transport accessible par application mobile, monnaie électronique et grand livre partagé)⁴.
5. *Coordination et communication* — Les outils de communication (par exemple, logiciels de partage de fichiers, vidéoconférence et appareils mobiles sans fil) permettront aux gens et aux ressources d'interagir avec une flexibilité accrue, peu importe où ils se trouvent. Les entreprises parviendront plus facilement à offrir leurs produits et services sur les marchés mondiaux.

◀ C'est grâce aux technologies numériques que les entreprises pourront automatiser bien d'autres tâches routinières de production, mais aussi certaines étapes complexes et non routinières.

³ Les apports en capital TIC comprennent le matériel informatique, le matériel de télécommunication ainsi que les logiciels et les bases de données (Organisation de coopération et de développement économiques, 2016).

⁴ Le paiement électronique représente une technologie permettant d'acheter des biens et des services, alors que la *monnaie électronique*, comme le bitcoin, constitue une nouvelle forme de monnaie. Les deux peuvent faciliter les transactions économiques. Voir Fung, Molico et Stuber (2014) ainsi que Fung et Halaburda (2016) pour des précisions. Un *grand livre partagé* enregistre simultanément des données à divers endroits, sans qu'il existe un référentiel central.

Après avoir situé le contexte historique, le présent article examine comment les nouvelles technologies numériques remettent en question les systèmes de production actuels dans certains secteurs. Enfin, il s'intéresse aux effets de la numérisation au niveau macroéconomique, y compris les diverses implications pour les décideurs.

Contexte historique : une quatrième révolution industrielle?

L'histoire a connu trois révolutions industrielles, et certains considèrent que l'émergence de l'économie numérique représente la quatrième⁵. La première révolution industrielle prend naissance en Grande-Bretagne et se déroule de 1760 à 1850 environ. Elle se caractérise par le passage d'un système de production agricole en milieu rural à un système de production mécanisé en milieu urbain⁶. Au nombre des avancées technologiques importantes de cette époque, mentionnons la filature du coton, la machine et les navires à vapeur, les chemins de fer et le remplacement du bois par le métal (Gordon, 2015 et 2016). La Grande-Bretagne voit « l'expansion [de son produit intérieur brut (PIB) réel] s'accroître graduellement pour atteindre un rythme constant, sans être spectaculaire, les gains rapides de productivité se trouvant circonscrits dans un nombre relativement restreint de secteurs » [traduction] (Crafts, 2014, p. 1). Durant cette période, le taux de croissance annuel de la productivité du travail (PIB par heure) dans ce pays se situe en moyenne dans une fourchette d'environ 0,3 à 0,6 %⁷.

La deuxième révolution industrielle, dont le début remonte à l'année 1870, s'étale grosso modo sur un siècle. Au fil du temps, les États-Unis deviennent le chef de file de cette révolution qui donne lieu à une transition vers la production, la distribution et la communication de masse. Les principales innovations nées de cette révolution comprennent l'électricité, les réseaux d'aqueduc et d'égouts ainsi que la collecte d'ordures dans les villes, le téléphone, le moteur à combustion interne, le transport aérien, les autoroutes, la radio, la télévision, le plastique, la climatisation, les gratte-ciel, les antibiotiques et les traitements permettant de réduire la mortalité infantile. Contrairement à celle de l'ère précédente, la croissance de la productivité est alors importante et soutenue. De 1920 à 1970, le taux de croissance annuel de la productivité du travail aux États-Unis s'établit à 2,8 % en moyenne (Gordon, 2016).

La troisième révolution industrielle, qui a pour pivot les TIC, s'amorce vers les années 1960 et est menée par les États-Unis. Les progrès considérables accomplis dans les domaines de l'informatique en réseau et des télécommunications s'accompagnent d'une baisse marquée des prix du matériel et des logiciels de TIC ainsi que d'une amélioration rapide de leur qualité. Parmi les principales innovations, signalons les percées dans la fabrication de semi-conducteurs, le passage des gros ordinateurs aux ordinateurs personnels, la messagerie électronique, la télécopie, la photocopie, les documents électroniques, l'Internet, le commerce électronique, le balayage de codes à barres, les catalogues électroniques, les guichets automatiques, l'évaluation automatique du crédit et les télécommunications mobiles. La diffusion des TIC, en particulier dans les bureaux et dans les secteurs du

◀ *L'histoire a connu trois révolutions industrielles, et certains considèrent que l'émergence de l'économie numérique représente la quatrième.*

5 Voir Schwab (2016), par exemple.

6 La Grande-Bretagne est devenue l'« atelier de la planète » (Temin, 1997, p. 80).

7 Voir Broadberry, Campbell et van Leeuwen (2013) et Crafts (2014). La diffusion des technologies durant la première révolution industrielle s'est faite lentement. La contribution que la machine à vapeur a apportée à la productivité de la Grande-Bretagne n'a atteint son sommet qu'après 1850, près d'un siècle après que James Watt eut breveté son invention (Crafts, 2014).

commerce de détail et de gros, contribuera à la croissance de la productivité du travail aux États-Unis, laquelle s'établira à environ 2,5 % par année entre 1996 et 2004 (Gordon, 2015).

Faut-il considérer la numérisation comme une évolution de la troisième révolution (celle des TIC) ou comme une quatrième révolution distincte? Dans la littérature, les avis sont partagés. Gordon (2015 et 2016), entre autres, voit les technologies numériques comme des TIC évoluées qui, en comparaison des innovations des époques antérieures, sont moins transformatrices et sont loin de disposer de la même portée pour engendrer des hausses importantes et durables de la productivité⁸. Par contre, Schwab (2016) soutient qu'une quatrième révolution industrielle est en train de s'opérer et qu'elle métamorphosera fondamentalement les économies et les sociétés. Selon lui, il en résultera une fusion des mondes physique, numérique et biologique qui se déclinera, par exemple, sous la forme de chaînes de production hautement interconnectées ainsi que de processus semi-automatiques de prévisions et de prise de décisions. Brynjolfsson et McAfee (2015) décrivent l'ère numérique comme le « deuxième âge de la machine ». Si la première ère de la mécanisation (du début de la première révolution industrielle à aujourd'hui) a été marquée par l'automatisation de tâches effectuées jusque-là manuellement, la deuxième verra l'automatisation d'une foule de tâches fondées sur le savoir et leur exécution à bon marché sur une grande échelle.

◀ *Une quatrième révolution industrielle qui métamorphosera fondamentalement les économies et les sociétés est-elle en train de s'opérer?*

Effets transformateurs aux niveaux de l'entreprise et des secteurs

À l'échelon sectoriel, les technologies numériques sont susceptibles de générer des gains d'efficacité, d'offrir aux entreprises des occasions d'accroître leurs profits et leur part de marché, et de favoriser l'innovation continue. Cela dit, on ne sait pas précisément si — ni quand — ces prédictions se vérifieront de façon empirique. En guise d'exemple, certains indicateurs du dynamisme commercial, tels que la création d'entreprises et le nombre de nouveaux entrepreneurs, évoluent à la baisse depuis longtemps aux États-Unis comme au Canada (Davis et Haltiwanger, 2014; Cao et autres, 2015).

La numérisation peut se mesurer au moyen des critères suivants⁹ :

1. *Ubiquité* — mesure dans laquelle les consommateurs et les entreprises disposent d'un accès universel aux services et applications numériques;
2. *Abordabilité* — mesure dans laquelle la fourchette de prix des services numériques les rend accessibles au plus grand nombre de personnes possible;
3. *Fiabilité* — qualité des services numériques disponibles;

⁸ Par exemple, Gordon (2015 et 2016) fait remarquer que les effets de la révolution des TIC sur la croissance de la productivité ont été de courte durée et qu'ils « se sont concentrés dans une sphère étroite de l'activité humaine, à savoir les secteurs du divertissement, des communications ainsi que de la collecte et du traitement de l'information » [traduction] (Gordon, 2016, p. 1). Il souligne également que la part d'emploi des nouvelles entreprises (une source importante de nouvelles technologies et de destruction créatrice) et le nombre de premiers appels publics à l'épargne diminuent aux États-Unis depuis 2000.

⁹ À partir de ces critères, Katz et Koutroumpis (2013) ont établi un indice à l'aide duquel ils ont classé 150 pays suivant leur degré de numérisation. Dans leur étude, le Canada occupe la dixième place, derrière les États-Unis, qui prennent le sixième rang. Au cours des dernières années, ces pays « avancés » sur le plan de la numérisation ont amélioré la convivialité des TIC, formé une main-d'œuvre qualifiée pour tirer avantage des technologies disponibles et accru la vitesse et la qualité des services numériques.

4. *Vitesse* — mesure dans laquelle il est possible d'accéder aux services numériques en temps réel;
5. *Convivialité* — facilité d'utilisation des services numériques et capacité des écosystèmes locaux d'implanter ces services;
6. *Savoir-faire* — capacité des utilisateurs à intégrer les services numériques dans leur vie et leur entreprise.

Selon Van Ark (2016), seul un nombre restreint d'entreprises aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Allemagne a opéré une transition complète vers l'économie numérique. Par conséquent, peu de secteurs et d'industries ont enregistré des gains de productivité élevés jusqu'à maintenant. À son avis, les économies avancées en sont encore à l'étape d'installation, une longue période durant laquelle les technologies voient le jour et progressent sous l'impulsion de façons nouvelles et supérieures de faire les choses, et perturbent ainsi les pratiques et organisations établies. Les gains d'efficacité pourraient ne se réaliser qu'à l'étape de déploiement, un stade où les nouvelles technologies sont largement utilisées et pleinement intégrées à la fois dans les entreprises et dans leurs relations avec leurs clients et fournisseurs. Durant l'étape d'installation, les innovations ne se diffusent pas rapidement dans toutes les entreprises d'un secteur parce que les premières à les adopter avec succès sont freinées par la lutte incessante entre les nouvelles et les anciennes technologies et leurs applications. Schumpeter (1939 et 1947) affirme que le processus de « destruction créatrice » pourrait, au départ, causer un ralentissement de la croissance potentielle de l'économie attribuable en partie à un déplacement structurel de la main-d'œuvre (Keynes, 1931)¹⁰.

Voyons maintenant en quoi les nouvelles technologies numériques remettent en cause les systèmes de production actuels dans plusieurs secteurs, par exemple ceux du commerce de détail et de gros, de la logistique, de la construction et de l'automobile.

Commerce de détail et de gros

Dans les secteurs économiques du commerce de détail et de gros, les capteurs, l'IA et l'apprentissage automatique permettent aux détaillants et aux grossistes de gérer, en temps réel et de manière semi-autonome, leurs stocks, leurs stratégies de commerce électronique (par exemple, la tarification) et leurs activités à travers un réseau de magasins et d'installations d'entreposage physiques et virtuels. D'après Arthur (2011, p. 2), un nombre grandissant de « longs échanges assez compliqués [...] s'effectuent entièrement entre dispositifs se parlant à distance : serveurs, commutateurs, routeurs et autres appareils de télécommunication ou branchés à Internet, qui actualisent l'information et l'acheminement dans un sens puis dans l'autre » [traduction].

Les réseaux sociaux transforment le secteur du commerce de détail. L'établissement d'une présence sur les médias sociaux confère plusieurs avantages aux entreprises, notamment : informer les consommateurs, recueillir les commentaires des clients, gagner de nouveaux clients et amener les clients existants à acheter. De nos jours, les nouvelles

◀ *Le processus de « destruction créatrice » pourrait, au départ, causer un ralentissement de la croissance potentielle de l'économie attribuable en partie à un déplacement structurel de la main-d'œuvre.*

◀ *Les réseaux sociaux transforment le secteur du commerce de détail.*

¹⁰ Selon Schumpeter (1990), la destruction créatrice décrit le « processus de mutation industrielle [...] qui révolutionne incessamment de l'intérieur la structure économique, en détruisant continuellement ses éléments vieillissants et en créant continuellement des éléments neufs ». Keynes (1931) avance le concept de « chômage technologique » qu'il définit comme « le chômage causé par la découverte de procédés nouveaux qui économisent la main-d'œuvre alors que la découverte de nouveaux débouchés pour celle-ci s'avère un peu plus lente ».

technologies numériques donnent aux consommateurs un meilleur accès aux prix en temps réel, simplifient l'expérience du client et lui offrent de nouvelles possibilités d'acheter à l'étranger, ce qui pourrait accroître la compétitivité et le bien-être des consommateurs (Reynolds et Cuthbertson, 2014).

Logistique

Si les secteurs du commerce de détail et de gros sont transformés par les technologies numériques, les secteurs qui y sont étroitement liés, comme celui de la logistique, se trouvent devant une transformation similaire. On aurait pu croire que le secteur de la logistique souffrirait du remplacement, observé depuis vingt ans, des produits physiques par les échanges de courriels et les téléchargements numériques. Or le nombre de colis expédiés aux quatre coins du globe n'a jamais été aussi élevé qu'à l'époque actuelle. Chaque jour, quelque 85 millions de colis et de documents sont livrés partout dans le monde (Forum économique mondial [FEM], 2016a). Malgré tout, ce secteur se heurte à des inefficacités importantes : par exemple, 50 % des camions reviennent vides une fois la livraison effectuée.

Au sein du secteur de la logistique, on s'empresse d'éliminer ces inefficacités¹¹. Les entreprises continuent de créer des plateformes numériques qui décentralisent la surveillance et le contrôle. Les services d'information et d'analyse qui recourent simultanément à des analyses informatiques effectuées sur des systèmes infonuagiques, à des capteurs et à l'Internet des objets, par exemple, ont placé les données au cœur des activités logistiques pour détecter et prévoir les problèmes, et optimiser la prise de décisions. Ces services d'information aident également à réduire les coûts opérationnels tout en améliorant l'efficacité des opérations. Dans l'avenir, de nouveaux modes de transport, comme des véhicules et des drones autonomes, pourraient accroître l'efficacité avec laquelle les entreprises livrent les marchandises (FEM, 2016a).

◀ *Les données sont au cœur des activités logistiques.*

Construction

La modélisation des données du bâtiment (BIM) a gagné en popularité dans le secteur de la construction à mesure que la vitesse de l'Internet à large bande et la puissance de traitement des ordinateurs ont augmenté. Ce type de modélisation génère une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'un immeuble qui va plus loin que les dessins techniques traditionnels en deux dimensions, et même au-delà des trois dimensions, les échéances et les coûts tenant lieu de quatrième et cinquième dimensions. L'atout majeur du logiciel BIM tient à ce qu'il définit les objets de telle sorte que si un participant modifie l'un d'eux, les objets qui lui sont liés changent automatiquement.

Il est possible de connecter au logiciel BIM des dispositifs de réalité virtuelle et de réalité augmentée pour montrer le concept et donner une idée de l'état d'avancement du projet tout au long de son exécution, ce qui permet d'attiser l'intérêt des parties prenantes. À l'aide de la connectivité des appareils mobiles, les entreprises peuvent s'assurer une meilleure collaboration de leurs employés grâce à des communications en temps réel. Dans le secteur de la construction, on utilise aujourd'hui les technologies d'impression 3D pour fabriquer des bâtiments et des composantes. Les machines sont intégrées à des chaînes de production faisant appel à des procédés de

◀ *On utilise aujourd'hui les technologies d'impression 3D pour fabriquer des bâtiments et des composantes de construction.*

¹¹ Les premiers progrès associés aux investissements en TIC dans le secteur de la logistique ont constitué l'un des principaux facteurs ayant contribué au développement des chaînes de valeur mondiales et à l'expansion du commerce international au cours des dernières décennies.

fabrication additive, soustractive et de mise en forme. Voici quelques avantages potentiels de ces technologies : construction plus rapide, diminution des coûts de main-d'œuvre, complexité ou précision accrues et réduction du gaspillage. Toutefois, l'impression 3D en est encore à ses balbutiements. Il reste plusieurs problèmes à régler, notamment le fait que l'impression de gros objets est lente et qu'elle produit souvent des résultats inégaux (FEM, 2016b).

Automobile

Depuis dix ans, les fabricants automobiles décentralisent stratégiquement leur production pour réduire leurs coûts et atténuer les risques. Dans ce secteur, les chaînes d'approvisionnement sont parfois décrites comme « des structures complexes visant à disposer des bonnes composantes dans la bonne usine au bon moment » [traduction] (FEM, 2016c, p. 14). Peu coûteux, les capteurs, la mobilité sans fil et l'analyse avancée accroissent l'efficacité des chaînes d'approvisionnement du secteur automobile. En effet, ces technologies améliorent la transparence parmi les fabricants connectés, qui peuvent recueillir des données et les analyser en vue de réduire les délais de fabrication. Une grande partie de cette intégration tout au long de la chaîne d'approvisionnement est facilitée par l'infonuagique, qui permet aux entreprises en amont et en aval de la chaîne d'examiner les mêmes données, ce qui renforce l'efficacité et la stabilité de toute la chaîne.

◀ *Peu coûteux, les capteurs, la mobilité sans fil et l'analyse avancée accroissent l'efficacité des chaînes d'approvisionnement du secteur automobile.*

Effets sur la macroéconomie

Productivité

La productivité, ce n'est pas tout, mais à long terme, c'est presque tout. La capacité d'un pays à élever le niveau de vie de sa population dépend presque entièrement de sa capacité à augmenter la production par travailleur [traduction] (Krugman, 1997, p. 11)¹².

La productivité est l'efficacité avec laquelle une économie transforme ses intrants en extrants. La comptabilité de la croissance fournit une façon systématique de réfléchir aux canaux par lesquels les investissements des entreprises dans les technologies numériques pourraient influencer sur la productivité¹³. La croissance de la productivité du travail — ou PIB par heure travaillée — peut se définir comme la somme pondérée¹⁴ de ce qui suit :

1. *l'intensification du capital* — augmentation de l'apport en capital par heure;
2. *l'amélioration de la qualité de la main-d'œuvre* — hausse de la productivité par unité de main-d'œuvre, qui est fonction du profil d'âge et des niveaux de qualification du personnel;
3. *la croissance de la productivité multifactorielle (PMF)* — croissance de la production qui n'est pas expliquée par 1) et 2).

¹² Les variations des termes de l'échange (qui sont généralement considérées comme dictées par des forces externes) peuvent elles aussi avoir une incidence importante sur le niveau de vie dans les petites économies ouvertes comme le Canada.

¹³ La comptabilité de la croissance se fonde sur des hypothèses néoclassiques rigoureuses (par exemple, séparabilité des intrants, rendements d'échelle constants, absence de coûts d'ajustement, marchés de facteurs concurrentiels et entreprises efficaces) ainsi que sur des intrants et extrants correctement mesurés. Si ces hypothèses n'étaient pas vérifiées, il y aurait un effet sur la productivité multifactorielle. Voir Baldwin et autres (2014) et Baldwin et Gu (2013) pour des précisions.

¹⁴ La pondération correspond à la part de revenus que représente chaque facteur dans la production totale.

Les investissements dans les technologies numériques contribuent à augmenter la productivité. Grâce à eux, la main-d'œuvre dispose d'un plus grand nombre d'outils pour effectuer son travail. Le processus de production s'intensifie ainsi en capital. Par ailleurs, la baisse des prix des technologies numériques encourage les entreprises à moderniser leur équipement afin de réaliser des gains d'efficience et d'accroître leur capacité.

Une croissance accrue de la PMF s'avère un autre canal par lequel les investissements dans les technologies numériques peuvent faire augmenter la productivité. La PMF tient compte de nombreux autres facteurs susceptibles d'agir sur la productivité du travail. Pensons à l'évolution technologique (dans la mesure où elle n'est pas mesurée par l'intensité du capital), à la réaffectation dynamique (capacité de l'économie de destiner les extrants et les intrants à un autre usage pour les utiliser au mieux, ce qui comprend la création et la disparition des entreprises, leur réorganisation, l'impartition et la délocalisation) et aux économies d'échelle (capacité de produire plus d'extrants avec moins d'intrants, grâce notamment à une spécialisation accrue d'aspects particuliers du processus de production). À titre d'exemple, les entreprises peuvent trouver plus évolutif et flexible de soustraire des services infonuagiques ou d'utiliser des logiciels à la demande que de disposer de serveurs et de logiciels sur place. La diffusion des technologies numériques pourrait perturber les modèles d'affaires, déterminer un déplacement des ressources vers de nouveaux systèmes de production au détriment des anciens, favoriser l'élaboration de produits et de services, et engendrer une spécialisation plus poussée et de plus grandes économies d'échelle.

L'examen de la révolution des TIC peut nous éclairer sur la façon dont ce processus de diffusion se déroule. Les études qui estiment directement l'incidence, sur la productivité, des investissements des entreprises dans les TIC, font généralement ressortir qu'une hausse de 10 % de ces investissements entraîne une augmentation d'environ 0,5 à 0,6 % de la production (Cardona, Kretschmer et Strobel, 2013)¹⁵. Bloom, Sadun et Van Reenen (2012) ainsi que Van Reenen et autres (2010) constatent que les entreprises appliquant des pratiques organisationnelles et de gestion de haute qualité, et disposant d'une main-d'œuvre qualifiée ou y ayant accès, tirent généralement des gains de productivité substantiels de leurs investissements dans les TIC. L'agilité de ces entreprises leur permet d'utiliser avec succès ces investissements pour cerner et saisir des occasions de faire progresser leurs ventes, de restructurer leurs processus et d'accroître l'efficacité de leur production. En règle générale, les entreprises qui font un usage intensif des technologies se développent plus rapidement que d'autres types d'entreprises et survivent, ce qui conduit à une réaffectation des ressources dans l'ensemble de l'économie. Par conséquent, les investissements dans le

◀ *Les investissements dans le capital organisationnel, le capital humain ainsi que le capital lié aux technologies de l'information et des communications devraient être considérés comme des investissements dans des facteurs de production complémentaires.*

¹⁵ Ces études estiment les effets des investissements en TIC sur la productivité. Au cours de l'ère numérique, ces investissements pourraient avoir des effets différents sur la productivité et d'un secteur à l'autre en raison de l'automatisation de tâches fondées sur le savoir et non routinières.

capital organisationnel, le capital humain et le capital TIC devraient être considérés comme des investissements dans des facteurs de production complémentaires¹⁶.

Néanmoins, plusieurs raisons invitent à la prudence relativement à la probabilité que la diffusion des technologies numériques se traduise par des gains importants au chapitre de la PMF au Canada. La croissance de la PMF au pays a continuellement été inférieure à celle des États-Unis depuis les années 1960, et cet écart s'est creusé davantage durant la révolution des TIC (Baldwin et autres, 2014; Baldwin et Gu, 2013). Cette croissance à la traîne de la PMF explique la majeure partie de l'écart entre les niveaux canadien et américain de la productivité du travail. Bibbee (2012) constate que les écarts de la PMF avec les États-Unis sont généralisés parmi les secteurs et plus grands dans les secteurs protégés (services publics, information et culture, arts et divertissement) et dans les secteurs fortement axés sur le savoir et dynamiques (services professionnels, scientifiques et techniques ainsi que secteur manufacturier de pointe). Les obstacles à la croissance des entreprises, à la mobilité des ressources et à l'innovation, comme l'explique Bibbee (2012), pourraient influencer sur la capacité du Canada à profiter de l'utilisation des technologies numériques par rapport à d'autres pays.

Marchés du travail

La numérisation pourrait avoir des conséquences de toutes sortes pour le marché du travail. Dans le cas de certains emplois, les salaires augmentent considérablement du fait de l'accroissement de la demande pour une main-d'œuvre qualifiée peu nombreuse. De nouveaux métiers plus spécialisés — complémentaires aux technologies — verront le jour, alors que d'autres deviendront superflus en raison de l'automatisation¹⁷. Frey et Osborne (2017) se penchent sur un vaste éventail d'emplois qui pourraient être touchés par l'automatisation de tâches routinières et non routinières. Les sphères de l'emploi les plus susceptibles de connaître l'automatisation sont, entre autres, le transport et la logistique, le soutien administratif ainsi que les emplois dans les domaines de la fabrication manufacturière, de la vente et des services qui ne nécessitent ni compétences sociales pointues (c.-à-d. la capacité d'établir des relations et de trouver ses repères dans des milieux sociaux) ni aptitude à exécuter des tâches variées. Les emplois les moins susceptibles de connaître l'automatisation sont notamment ceux qui exigent de la créativité et des compétences sociales, où il faut faire preuve de persuasion ou d'originalité, où il faut être doué pour la négociation ou qui reposent sur la complémentarité avec les technologies. En voici quelques

◀ *De nouveaux métiers plus spécialisés — complémentaires aux technologies — verront le jour, alors que d'autres deviendront superflus en raison de l'automatisation. Les emplois les moins susceptibles de connaître l'automatisation sont notamment ceux qui exigent de la créativité et des compétences sociales, où il faut faire preuve de persuasion ou d'originalité, où il faut être doué pour la négociation ou qui reposent sur la complémentarité avec les technologies.*

¹⁶ Bloom et Van Reenen (2010) mettent en évidence dix facteurs qui expliquent pourquoi les pratiques de gestion diffèrent d'une entreprise et d'un pays à l'autre. « Les pratiques organisationnelles et de gestion des entreprises comme la *gestion du personnel* (meilleures pratiques d'embauche, de licenciement, de promotion et de rémunération) et la *décentralisation* (le fait de conférer plus de pouvoir aux employés des échelons inférieurs de la hiérarchie) semblent complémentaires aux TIC. De plus, les compétences paraissent s'inscrire en forte complémentarité avec les TIC. » [traduction] (Van Reenen et autres, 2010, p. 13-14) Selon Van Reenen et autres (2010), environ la moitié de l'écart de productivité entre les États-Unis et l'Europe durant la révolution des TIC peut s'expliquer par des différences de capital organisationnel parmi les entreprises.

¹⁷ Les robots industriels — des machines autonomes programmées pour effectuer une gamme de tâches manuelles — en sont un bon exemple. Le Boston Consulting Group (2015, p. 3), prévoit que « la croissance du parc de robots évolués installés à l'échelle mondiale s'accélénera pour passer de 2 à 3 % par an, à l'heure actuelle, à environ 10 % par an au cours de la prochaine décennie » [traduction]. Ainsi, la part de tâches industrielles exécutées par des robots dans le monde passera de 10 à 25 % d'ici 2025. Dans l'évaluation qu'ils font de l'incidence de l'utilisation accrue des robots industriels sur les marchés du travail locaux aux États-Unis, entre 1990 et 2007, Acemoglu et Restrepo (2017) constatent que les effets nets sur l'emploi et les salaires ont été importants et très négatifs. Le déplacement d'emplois (surtout des postes manuels routiniers) n'a pas été compensé par la hausse de la demande de main-d'œuvre dans d'autres secteurs ou pour d'autres emplois au cours de la période étudiée.

exemples : la plupart des emplois en éducation, en soins médicaux (non diagnostiques), en gestion, en affaires, en finance, dans les domaines sportif et artistique, en mathématiques, en science et en génie.

Les changements imputables à l'évolution technologique dans la répartition de l'emploi entre les postes ne sont pas nouveaux, mais ils pourraient devenir plus pressants et plus généralisés dans les années à venir¹⁸. Green et Sand (2015) montrent que les États-Unis, l'Europe et le Canada enregistrent des hausses de la part de l'emploi dans les postes hautement et peu spécialisés depuis les années 1970. Plus précisément, la part de l'emploi augmente pour les postes hautement spécialisés de gestionnaires, de professionnels et de techniciens, ainsi que pour les postes peu spécialisés en vente et dans le secteur des services. En parallèle, cette part diminue dans le cas de postes semi-spécialisés dans les secteurs de la production, de l'artisanat et des opérations, et, depuis les années 1990, dans les services de secrétariat et de soutien¹⁹. Ces tendances contribuent à la polarisation du marché du travail aux États-Unis depuis les années 1970. Il en est allé de même au Canada pendant les trois décennies ayant précédé l'an 2000. Par la suite, cependant, le boom des ressources naturelles semble avoir éclipsé les effets découlant de l'évolution technologique au Canada (Green et Sand, 2015)²⁰. Une fois le boom terminé, ces changements pourraient devenir un déterminant plus important de l'emploi au pays.

Par ailleurs, les résultats d'études récentes donnent à penser que les changements technologiques contribuent à la diminution de la part du revenu national versée à la main-d'œuvre. Autor et autres (2017) constatent que de nombreux marchés des produits aux États-Unis font de plus en plus l'objet d'une concurrence où le vainqueur rafle le gros de la mise. Dans bien des secteurs depuis le début des années 1980, les ventes se concentrent de plus en plus entre les mains d'un petit nombre d'entreprises très rentables dont la part des salaires est faible. Ces entreprises « vedettes » se caractérisent par un recours massif au capital et aux technologies, une productivité élevée ou une gamme de produits de qualité supérieure. Les secteurs qui se sont concentrés entre 1982 et 2012 ont connu une croissance plus forte de la productivité (mesurée selon la production par travailleur, la valeur ajoutée par travailleur, la PMF ou le nombre de brevets délivrés par rapport à la main-d'œuvre) et un recul plus marqué de la part du revenu versé à la main-d'œuvre²¹.

¹⁸ Ces enjeux ne sont pas nouveaux. Voici ce qu'écrivait Tugwell (1931, p. 227) à ce sujet : « Dans tout nouveau régime où les machines et la mécanique joueront un plus grand rôle qu'aujourd'hui, l'homme n'aura pas perdu son utilité; toutefois, la nature de ses tâches aura changé. C'est le destin de l'homme d'exercer les fonctions que les machines ne pourront jamais exécuter, soit le travail de réflexion et d'invention. L'accomplissement de cette destinée prendra beaucoup de temps, et la transition ne s'opérera pas sans connaître des hauts et des bas. Notre double tâche consiste à accélérer le processus tout en prenant des précautions pour prévenir les pertes personnelles et familiales ainsi que la souffrance inutiles. Nous ne sommes dispensés de ces devoirs en aucun cas, et nous trouverons, d'une manière ou d'une autre, les moyens de les remplir; il peut exister de bons et de moins bons moyens, mais la révolte de l'homme contre les conditions intolérables le poussera à agir d'une façon quelconque. » [traduction]

¹⁹ La diminution de la part des emplois liés aux services de secrétariat et de soutien coïncide avec la transformation du travail de bureau occasionnée par la révolution des TIC.

²⁰ Selon Green et Sand (2015), après l'an 2000, en raison des possibilités d'emploi offertes durant le boom des ressources naturelles au Canada, les travailleurs peu spécialisés n'ont pas été contraints dans la même mesure que les travailleurs américains de chercher un emploi en vente ou dans le secteur des services.

²¹ Autor et autres (2017) ont examiné les secteurs de la fabrication, du commerce de détail, du commerce de gros, des services, de la finance, des services publics et du transport.

Inflation et politique monétaire

Les changements structurels au sein de l'économie canadienne résultant de la numérisation prendront de nombreuses années à s'accomplir. S'il est trop tôt pour tirer des conclusions à propos de l'incidence possible de cette transition sur la dynamique de l'inflation, il reste qu'on peut commencer à envisager certains canaux qui pourraient faire l'objet d'un examen plus approfondi. La Banque de Suède (2015) a mis en lumière trois canaux potentiels (et interreliés) par lesquels la numérisation est susceptible d'influer sur l'inflation : 1) productivité et structures de coûts, 2) concurrence et structures des marchés et 3) effets directs sur les composantes de l'indice des prix à la consommation (IPC).

Premièrement, la numérisation pourrait engendrer une augmentation de la productivité et de la croissance de la production potentielle. Toutes choses égales par ailleurs, un taux de croissance de la production potentielle plus élevé doit être conjugué à une hausse du taux directeur neutre pour que la cible d'inflation soit atteinte (Mendes, 2014). Comme on l'a souligné précédemment, les entreprises peuvent réaliser des gains de productivité en affectant davantage de capital au processus de production (intensification du capital) ou en trouvant des façons moins coûteuses et plus efficaces de combiner capital et main-d'œuvre (PMF plus élevée). Le Canada pourrait aussi retirer des avantages indirects dans la mesure où la numérisation provoque une accélération de la croissance de l'économie mondiale. Cependant, pendant le passage à une économie numérique, on risque d'observer une augmentation de l'asymétrie des compétences et du chômage de longue durée (par exemple, parmi les travailleurs plus âgés occupant des emplois devenus obsolètes), ainsi qu'un ralentissement de la croissance de la production potentielle. De plus, des changements dans la répartition de la richesse et du revenu sont susceptibles d'avoir une incidence sur la dynamique macroéconomique²².

Par ailleurs, une hypothèse veut qu'il y ait des erreurs de mesure, c'est-à-dire que l'accélération des changements technologiques ne se refléterait pas entièrement dans les statistiques sur la productivité (voir notamment Brynjolfsson et McAfee, 2015). Selon les tenants de cette théorie, cela s'expliquerait par le fait que les statistiques officielles ne réussissent pas à rendre pleinement compte des améliorations de la qualité des nouveaux biens et services liés aux TIC, et ne prennent pas en considération les avantages pour les consommateurs des produits offerts gratuitement (photos numériques, médias sociaux, encyclopédies en ligne, etc.)²³. Toutefois, dans son étude empirique, Syverson (2016) constate que ces erreurs de mesure n'expliquent qu'une petite partie du ralentissement de la croissance de la productivité dans les économies avancées depuis 2004, et on peut penser que ces erreurs ne jouent pas nécessairement un rôle plus important maintenant²⁴.

Deuxièmement, on pourrait voir l'intensité de la concurrence, les structures des marchés et les pratiques des entreprises en matière d'établissement des prix se modifier. Le commerce électronique, la connectivité haute

◀ *On pourrait voir l'intensité de la concurrence, les structures des marchés et les pratiques des entreprises en matière d'établissement des prix se modifier.*

²² Voir Kaplan, Moll et Violante (2016), par exemple.

²³ Voir Derviş et Qureshi (2016).

²⁴ De plus, Gordon signale que les « mesures du PIB réel ont *toujours* omis de tenir compte d'importants surplus des consommateurs, et ce, depuis le début de la première révolution industrielle, il y a près de trois siècles » (2014a, p. 2). Il précise également : « Le PIB réel ne tient pas compte d'avancées comme : la sûreté, la commodité et la luminosité de l'éclairage électrique, les ascenseurs, la climatisation, le remplacement des chevaux par les véhicules automobiles, et le fait qu'il n'est plus nécessaire de ramasser le crottin de cheval dans les rues, ou encore la baisse historique de la mortalité infantile durant la première moitié du XX^e siècle » (2014b, p. 8) [traductions].

vitesse et les médias sociaux, par exemple, permettent aux consommateurs de chercher des biens et des services, de les comparer et de les acheter à partir de n'importe où dans le monde, ce qui se traduira peut-être par un ajustement plus rapide des prix aux forces du marché (les prix deviendraient moins « rigides »). Une intensification de la concurrence des importations pourrait également exercer des pressions à la baisse sur l'inflation. Ces pressions concurrentielles pourraient s'avérer fatales pour certaines entreprises locales, mais ouvrir de nouveaux marchés à d'autres entreprises, qui auraient ainsi la possibilité d'étendre considérablement leurs activités. Les exportateurs de services canadiens semblent bien placés pour profiter de ces tendances (Poloz, 2016). Cela dit, les technologies numériques facilitent la création de réseaux et les économies d'échelle; pour cette raison, il se peut aussi qu'elles favorisent la concentration du pouvoir de marché parmi un petit nombre d'entreprises d'envergure mondiale extrêmement prospères (voir Autor et autres, 2017).

Troisièmement, la diminution des coûts de production pourrait avoir des effets directs sur les composantes de l'IPC, une tendance qui s'observe depuis quelque temps (Banque de Suède, 2015). Toutefois, les pressions sur les prix d'une gamme grandissante de produits pourraient être influencées par la baisse des coûts de production et de distribution des biens et services numériques (par exemple, actualités, films et autres services en ligne).

Enfin, certaines questions se posent sur l'orientation à donner à la politique monétaire dans le contexte où l'économie devient plus axée sur les technologies numériques et les services. La Banque poursuit la cible d'inflation en ajustant le taux directeur de manière à réduire au minimum l'écart entre la production observée et la production potentielle (l'écart de production) au fil du temps. Les changements de la structure de l'économie pourraient compliquer l'évaluation de la marge de capacités excédentaires²⁵. Voici ce que fait remarquer Poloz (2016, p. 6) à ce propos : « En ce qui concerne les modèles économiques, il convient de se demander si la mutation de l'économie ne pourrait pas modifier la relation entre l'inflation et la croissance économique. Chose certaine, le concept d'écart de production évolue graduellement, car les capacités dans le secteur des services dépendent essentiellement de la main-d'œuvre et de ses compétences plutôt que des capacités industrielles, tandis que certaines composantes de nos anciennes capacités industrielles pourraient devenir excédentaires suite à des transformations structurelles importantes. La notion d'investissement renvoie de moins en moins aux usines et à leur outillage et davantage au capital humain. Même la notion de stock est en train de changer. »

Conclusion

La numérisation pourrait avoir des effets de toutes sortes dans l'ensemble de l'économie. De plus en plus d'activités opérationnelles actuellement effectuées par l'homme seront exécutées électroniquement. Bon nombre de ces processus prendront la forme de composantes numériques qui « parleront » à d'autres processus de l'économie numérique et poursuivront ainsi un échange constant entre plusieurs serveurs et plusieurs nœuds semi-intelligents qui mettent à jour, recherchent, vérifient et rajustent des choses, puis opèrent finalement un retour vers les processus et les humains dans l'économie physique » [traduction] (Arthur, 2011, p. 3).

²⁵ Voir Ericsson (2016) pour une analyse de la question des prévisions économiques dans le contexte de changements structurels.

Selon toute vraisemblance, ce sont les entreprises disposant d'un capital organisationnel et d'un capital humain élevés et faisant grand usage des connaissances qui profiteront le plus de la numérisation. Cependant, peu de signes laissent croire que la productivité s'accélère dans les économies avancées comme le Canada, voire dans les économies qui affichent globalement un haut degré de numérisation. Il est possible que les économies avancées en soient encore à l'étape d'installation, une période durant laquelle elles tentent de trouver de nouvelles manières de faire les choses et perturbent ainsi les pratiques et organisations établies. Les gains de productivité à l'échelle de l'économie pourraient ne se réaliser qu'à l'étape de déploiement, un stade où les nouvelles technologies et les nouveaux processus opérationnels sont omniprésents.

Nous commençons tout juste à comprendre comment l'économie numérique fonctionnera. Pour gérer avec succès la transition vers la numérisation, les décideurs devront faire en sorte que l'économie ait la capacité de s'adapter; que les entreprises soient amenées par les forces du marché à faire preuve de flexibilité; que les gains économiques soient largement distribués; que « les divers programmes d'éducation, d'apprentissage, d'immigration et d'assurance-emploi se conjuguent bien avec les engagements des employeurs en matière de formation en milieu de travail » (Poloz, 2016, p. 6); et que les outils (par exemple, les statistiques, la fiscalité, ainsi que les politiques en matière de concurrence et de relations industrielles) et les institutions connexes qui gèrent l'économie soient actuels et en mesure de remplir leur mandat.

Ouvrages et articles cités

- Acemoglu, D., et P. Restrepo (2017). « Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets », communication présentée à l'assemblée générale annuelle de l'American Economic Association, Chicago, 7 janvier. Internet (version révisée) : economics.mit.edu/files/12763.
- Agrawal, A., J. S. Gans et A. Goldfarb (2017). « What to Expect from Artificial Intelligence », *MIT Sloan Management Review*, vol. 58, n° 3.
- Arthur, W. B. (2011). « The Second Economy », *McKinsey Quarterly*, octobre, p. 1-9.
- Autor, D., D. Dorn, L. F. Katz, C. Patterson et J. Van Reenen (2017). *Concentrating on the Fall of the Labor Share*, document de travail n° 23108, National Bureau of Economic Research.
- Baldwin, J. R., et W. Gu (2013). *Mesure de la productivité multifactorielle à Statistique Canada*, document de recherche n° 31 de la série « La Revue canadienne de productivité », Statistique Canada. Publication n° 15-206-X au catalogue.
- Baldwin, J. R., W. Gu, R. Macdonald et B. Yan (2014). *Qu'est-ce que la productivité? Comment la mesure-t-on? Quelle a été la productivité du Canada pour la période de 1961 à 2012?*, document de recherche n° 38 de la série « La Revue canadienne de productivité », Statistique Canada. Publication n° 15-206-X au catalogue.

- Banque de Suède (2015). « Digitisation and Inflation », *Monetary Policy Report*, février, p. 55-59.
- Bibbee, A. (2012). *Unleashing Business Innovation in Canada*, document de travail n° 997, Département des Affaires économiques, Organisation de coopération et de développement économiques.
- Bloom, N., R. Sadun et J. Van Reenen (2012). « Americans Do IT Better: US Multinationals and the Productivity Miracle », *The American Economic Review*, vol. 102, n° 1, p. 167-201.
- Bloom, N., et J. Van Reenen (2010). « Why Do Management Practices Differ Across Firms and Countries? », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 24, n° 1, p. 203-224.
- Boston Consulting Group (2015). *The Robotics Revolution: The Next Great Leap in Manufacturing*.
- Broadberry, S., B. M. S. Campbell et B. van Leeuwen (2013). « When Did Britain Industrialise? The Sectoral Distribution of the Labour Force and Labour Productivity in Britain, 1381–1851 », *Explorations in Economic History*, vol. 50, n° 1, p. 16-27.
- Brynjolfsson, E., et A. McAfee (2015). *Le deuxième âge de la machine : travail et prospérité à l'heure de la révolution technologique*, Paris, Odile Jacob.
- Cao, S., M. Salameh, M. Seki et P. St-Amant (2015). *Trends in New Firm Entry and New Entrepreneurship in Canada*, document d'analyse du personnel n° 2015-11, Banque du Canada.
- Cardona, M., T. Kretschmer et T. Strobel (2013). « ICT and Productivity: Conclusions from the Empirical Literature », *Information Economics and Policy*, vol. 25, n° 3, p. 109-125.
- Crafts, N. (2014). *Productivity Growth During the British Industrial Revolution: Revisionism Revisited*, document de travail n° 204, Centre for Competitive Advantage in the Global Economy.
- Davis, S. J., et J. Haltiwanger (2014). *Labor Market Fluidity and Economic Performance*, document de travail n° 20479, National Bureau of Economic Research.
- Derviş, K., et Z. Qureshi (2016). *The Productivity Slump—Fact or Fiction: The Measurement Debate*, document de travail, coll. « Global Economy and Development », Brookings.
- Ericsson, N. R. (2016). *Economic Forecasting in Theory and Practice: An Interview with David F. Hendry*, Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale, coll. « International Finance Discussion Papers », n° 1184.
- Forum économique mondial (FEM) (2016a). *Digital Transformation of Industries: Logistics Industry*, livre blanc du Forum économique mondial préparé en collaboration avec Accenture.
- (2016b). *Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology*, document préparé en collaboration avec le Boston Consulting Group.

- Forum économique mondial (FEM) (2016c). *Digital Transformation of Industries: Automotive Industry*, livre blanc du Forum économique mondial préparé en collaboration avec Accenture.
- Frey, C. B., et M. A. Osborne (2017). « The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 114, n° C, p. 254-280.
- Fung, B., et H. Halaburda (2016). *Central Bank Digital Currencies: A Framework for Assessing Why and How*, document d'analyse du personnel n° 2016-22, Banque du Canada.
- Fung, B., M. Molico et Gerald Stuber (2014). *Electronic Money and Payments: Recent Developments and Issues*, document d'analyse du personnel n° 2014-2, Banque du Canada.
- Gordon, R. J. (2014a). *The Demise of U.S. Economic Growth: Restatement, Rebuttal, and Reflections*, document de travail n° 19895, National Bureau of Economic Research.
- (2014b). *A New Method of Estimating Potential Real GDP Growth: Implications for the Labor Market and the Debt/GDP Ratio*, document de travail n° 20423, National Bureau of Economic Research.
- (2015). « Secular Stagnation: A Supply-Side View », *The American Economic Review*, vol. 105, n° 5, p. 54-59.
- (2016). « Perspectives on the Rise and Fall of American Growth », *The American Economic Review*, vol. 106, n° 5, p. 72-76.
- Green, D. A., et B. M. Sand (2015). « Has the Canadian Labour Market Polarized? », *Revue canadienne d'économique*, vol. 48, n° 2, p. 612-646.
- Kaplan, G., B. Moll et G. L. Violante (2016). *Monetary Policy According to HANK*, document de travail n° 2016/2, Council on Economic Policies.
- Katz, R. L., et P. Koutroumpis (2013). « Measuring Digitization: A Growth and Welfare Multiplier », *Technovation*, vol. 33, n°s 10-11, p. 314-319.
- Keynes, J. M. (1931). « Perspectives économiques pour nos petits-enfants », dans *Essais de persuasion*, Paris, Librairie Gallimard.
- Krugman, P. (1997). *The Age of Diminished Expectations*, Cambridge, MIT Press.
- Lev, B., S. Radhakrishnan et P. C. Evans (2016). *Organizational Capital: A CEO's Guide to Measuring and Managing Enterprise Intangibles*, coll. « Measuring and Managing Organizational Capital Series », n° 1, The Center for Global Enterprise.
- Mendes, R. R. (2014). *The Neutral Rate of Interest in Canada*, document d'analyse du personnel n° 2014-5, Banque du Canada.
- Organisation de coopération et de développement économiques (2016). *OECD Compendium of Productivity Indicators 2016*, Paris, Éditions OCDE.

Poloz, S. S. (2016). *De coupeurs de bois à spécialistes des TI : l'expansion de l'économie des services du Canada*, discours prononcé devant l'Institut C.D. Howe, Toronto, 28 novembre.

Reynolds, J., et R. Cuthbertson (2014). *Retail & Wholesale: Key Sectors for the European Economy: Understanding the Role of Retailing and Wholesaling Within the European Union*, Oxford Institute of Retail Management, Saïd Business School, Université d'Oxford.

Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, New York, McGraw-Hill Book Company.

——— (1947). « The Creative Response in Economic History », *Journal of Economic History*, vol. 7, n° 2, p. 149-159.

——— (1990). *Capitalisme, socialisme et démocratie*, Paris, Payot.

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*, Genève, Forum économique mondial.

Syverson, C. (2016). *Challenges to Mismeasurement Explanations for the U.S. Productivity Slowdown*, document de travail n° 21974, National Bureau of Economic Research.

Temin, P. (1997). « Two Views of the British Industrial Revolution », *Journal of Economic History*, vol. 57, n° 1, p. 63-82.

Tugwell, R. G. (1931). « The Theory of Occupational Obsolescence », *Political Science Quarterly*, vol. 46, n° 2, p. 171-227.

Van Ark, B. (2016). « The Productivity Paradox of the New Digital Economy », *International Productivity Monitor*, vol. 31, p. 3-18.

Van Reenen, J., N. Bloom, M. Draca, T. Kretschmer, R. Sadun, H. Overman et M. Schankerman (2010). *The Economic Impact of ICT: Final Report*, London, Centre for Economic Performance. Publication SMART N. 2007/0020.

Varian, H. (2016). « Intelligent Technology », *Finance and Development*, vol. 53, n° 3, p. 6-9.