

# POSSIBILITÉS OUVERTES PAR L'AUTOMATISATION

en matière économique, sociale  
et de politiques publiques

**Nicolas Mialhe**

Co-fondateur et président de « The Future Society »



Nicolas Mialhe est co-fondateur et Président de « The Future Society at Harvard Kennedy School », dans le cadre de laquelle il a également fondé et dirigé la « AI Initiative ». Stratège reconnu, entrepreneur social et leader visionnaire, il conseille multinationales, gouvernements et organisations internationales. Nicolas est Senior Visiting Research Fellow du Program on Science, Technology and Society (STS) à la HKS. Il est également spécialiste des problématiques d'innovation urbaine et d'engagement citoyen. Depuis plus de dix ans, Nicolas évolue à la croisée de l'industrie de haute technologie, de l'innovation, de la gouvernance et de la société civile, notamment sur les marchés émergents, à l'image de l'Inde.

## MOTS CLÉS

- GAINS DE PRODUCTIVITÉ
- GESTION DES RESSOURCES
- INTELLIGENCE AUGMENTÉE
- TECHNOLOGIE DE LA PRÉDICTION
- MAINTENANCE PRÉDICTIVE
- SURVEILLANCE MÉDICALE

L'essor de l'intelligence artificielle et de la robotique devrait créer toutes sortes d'opportunités qui soutiendront la croissance et le développement au cours des décennies à venir. Elles pourraient entraîner une vague de gains de productivité et révolutionner les secteurs de la santé, des transports, de l'éducation, de la sécurité, de la justice, de l'agriculture, de la vente au détail, du commerce, de la finance, de l'assurance et de la banque, entre autres.

## INTRODUCTION

Selon une majorité d'experts, les avantages potentiellement induits par l'essor de l'intelligence artificielle et de la robotique sont du même ordre que les trois révolutions industrielles précédentes. La vague attendue en termes de gains de productivité déclenchée par l'automatisation pourrait soutenir la croissance et le développement au cours des décennies à venir, compensant ainsi la diminution de la population active. Comment ? En améliorant l'efficacité des processus de prise de décision et la gestion des ressources de systèmes complexes, en explorant de façon systématique les gisements et flux croissants de données. Avec la valorisation des compétences et de la prédiction, l'essor de l'intelligence artificielle pourrait aussi changer radicalement la qualité de vie pour tous, en révolutionnant les secteurs de la santé, des transports, de l'éducation, de la sécurité, de la justice, de l'agriculture, de la vente au détail, du commerce, de la finance, de l'assurance et de la banque, entre autres. Les avantages à en retirer doivent être mieux compris, soutenus et gouvernés.



## EFFICACITÉ DE LA GESTION PUBLIQUE ET PRIVÉE

### PLANIFICATION, ALLOCATION ET SURVEILLANCE DES RESSOURCES

L'émergence de l'intelligence artificielle (IA) et de la robotique pourrait en premier lieu et principalement se traduire par une révolution dans l'efficacité de la prise de décision chez tous les acteurs, publics comme privés. Cela pourrait, à son tour, faire émerger de nouvelles formes de partenariats publics-privés. La capacité des algorithmes perfectionnés d'apprentissage automatique (*machine learning* en anglais) à explorer les gisements et flux croissants de données liées à la planification et au fonctionnement des systèmes complexes, au niveau micro et macroscopique, pourrait déclencher une vague d'optimisation dans de nombreux domaines (énergie, agriculture, finance, transport, santé, construction, défense, commerce de détail, etc.) et dans des facteurs de production, y compris les conditions climatiques, la main-d'œuvre, le capital, l'innovation, l'information et bien sûr l'environnement.

L'IA peut être décrite essentiellement comme une « technologie de la prédiction »<sup>1</sup>, dont la diffusion pourrait réduire radicalement le coût de traitement des données historiques, et par conséquent de la prédiction pour une multitude de tâches cruciales comme l'établissement des profils de risque, la gestion des stocks et la prévision de la demande. Une telle baisse des coûts favoriserait la confiance dans les prédictions dans un nombre croissant de tâches et d'activités, y compris mais pas seulement dans la banque et les assurances, la médecine préventive, la maintenance prédictive pour toutes sortes de matériel et d'infrastructures complexes, et le niveau des récoltes par l'analyse des images de satellites ou de drones.

Le potentiel d'optimisation en termes de consommation des ressources en dynamique complexe est hautement significatif. Considérons le cas de l'énergie et des émissions carbonées qui lui sont associées. Google DeepMind a déjà démontré comment ses algorithmes perfectionnés d'apprentissage automatique peuvent être utilisés pour réduire la consommation d'énergie dans les centres de données. Après une expérience de deux ans consacrée à l'analyse croisée de plus de 120 paramètres d'un centre de données Google, le réseau neuronal artificiel de DeepMind a identifié la méthode adaptative la plus efficace pour en baisser la température et la consommation globale d'énergie. Le résultat de l'expérience dépasse largement l'ingénierie traditionnelle basée sur le calcul et l'intuition humaine. DeepMind annonce que cette méthode conduit à une réduction nette de 15 % de la consommation énergétique globale, ce qui se traduirait par des économies annuelles de

plusieurs centaines de millions de dollars<sup>2</sup>. L'entreprise a qualifié cela d'un « progrès phénoménal », compte tenu de la sophistication déjà atteinte par les centres de données dans le domaine de l'optimisation de la consommation énergétique. DeepMind affirme que « parmi les applications possibles de cette technologie figurent l'amélioration de l'efficacité de la conversion des centrales électriques [...], la réduction de l'énergie et de l'eau utilisées pour fabriquer les semi-conducteurs, et l'augmentation générale de la production dans les usines de fabrication<sup>3</sup>. »

Des approches prédictives similaires sont déjà appliquées au secteur bancaire<sup>4</sup>, pour la recommandation de produits, les services de conseil et l'établissement de profils de risques et la négociation<sup>5</sup>, au transport, à la gestion du trafic et à la logistique, à la santé et à la météorologie. Des sociétés comme Ocado et Amazon dépendent déjà de l'IA pour optimiser leurs stocks et leurs réseaux de distribution, pour planifier les trajets de livraison les plus efficaces, et tirer le maximum de leur volume d'entrepôts. Dans la santé, des données provenant d'ordiphones et du suivi de la forme physique peuvent être analysées pour améliorer la gestion des affections chroniques, y compris les maladies mentales, et pour prédire et prévenir les crises aiguës. IBM Watson effectue des recherches dans les outils d'analyse automatique de la parole sur appareil mobile, pour prédire le début des maladies neurologiques (de Huntington, d'Alzheimer, de Parkinson, etc.) et mentales (dépression

<sup>2</sup> Sachant que Google a consommé plus de 4 millions de MWh d'électricité en 2014 (ce qui équivaut à la consommation énergétique de 366 903 ménages américains), ces 15 % représentent des économies de plusieurs centaines de millions de dollars sur plusieurs années. <https://deepmind.com/blog/deepmind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-40/>

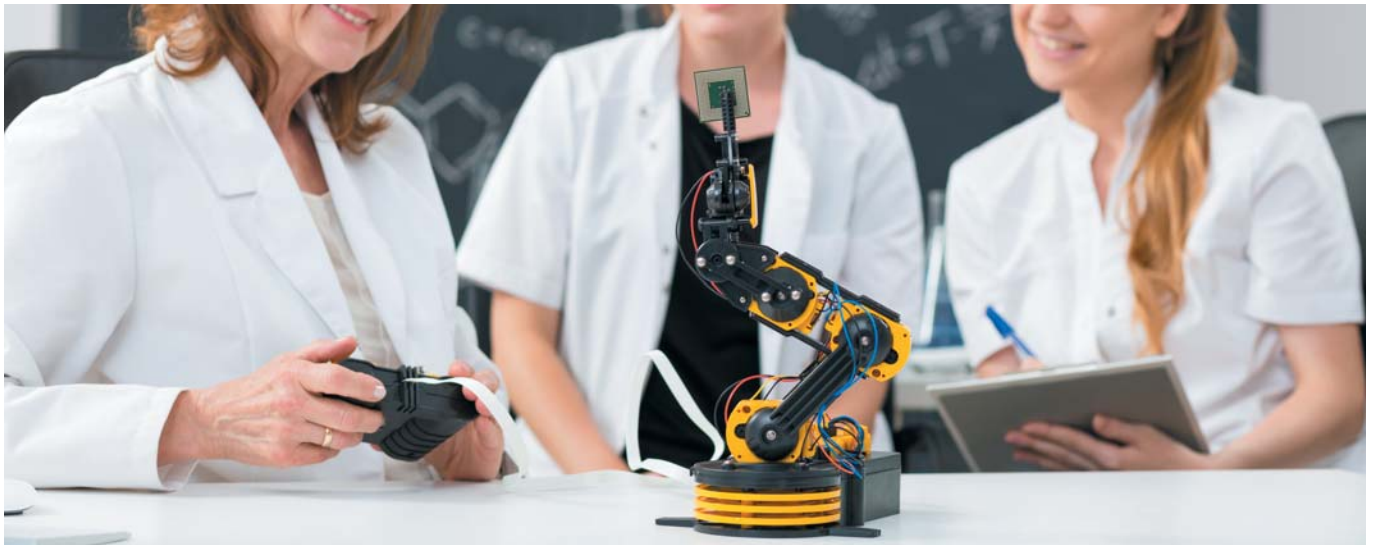
<sup>3</sup> Par exemple, l'entreprise Fanuc de robots industriels travaille avec Cisco pour développer une plateforme visant à réduire les arrêts de production, dont le coût est estimé à 20 000 USD par minute chez un grand constructeur automobile. Nommée Fanuc Intelligent Edge Link and Drive (FIELD), elle capture les données du processus de production et recourt à l'apprentissage automatique pour les analyser et améliorer l'efficacité. Tantzen, B., *Connected Machines: Reducing Unplanned Downtime and Improving Service* (Machines connectées : réduction des arrêts de production non planifiés et amélioration du service), 6 octobre 2015 ; FANUC, *Manufacturing Automation Leaders Collaborate: Optimizing Industrial Production Through Analytics* (Les grands acteurs de l'automatisation de la fabrication collaborent : optimisation de la production industrielle par l'analyse), 18 avril 2016.

<sup>4</sup> <https://thefinancialbrand.com/63322/artificial-intelligence-ai-banking-big-data-analytics/>

<sup>5</sup> <https://www.wired.com/2016/01/the-rise-of-the-artificially-intelligent-hedge-fund/>

**“L'IA PEUT ÊTRE DÉCRITE ESSENTIELLEMENT  
COMME UNE « TECHNOLOGIE DE LA  
PRÉDICTION », DONT LA DIFFUSION  
POURRAIT RÉDUIRE RADICALEMENT LE COÛT  
DE TRAITEMENT DES DONNÉES HISTORIQUES,  
ET PAR CONSÉQUENT DE LA PRÉDICTION  
POUR UNE MULTITUDE DE TÂCHES  
CRUCIALES COMME L'ÉTABLISSEMENT  
DES PROFILS DE RISQUE, LA GESTION DES  
STOCKS ET LA PRÉVISION DE LA DEMANDE.”**

<sup>1</sup> Ajay Agrawal, Joshua Gans et Avi Goldfarb, *The Simple Economics of Machine Intelligence* (Economie simple de l'intelligence artificielle), Harvard Business Review, novembre 2016. <https://hbr.org/2016/11/the-simple-economics-of-machine-intelligence>



et psychose), intervenir plus tôt et mieux planifier le traitement<sup>6</sup>. Le domaine de l'« informatique affective » vise plus largement à permettre aux ordinateurs de comprendre et de simuler les émotions.

### DÉTECTER LES COMPORTEMENTS CRIMINELS ET DÉLICTEUX

L'apprentissage automatique commence aussi à être utilisé pour détecter les premiers comportements criminels et délictueux, et pour garantir la conformité d'une manière novatrice. L'une des premières utilisations dans le secteur bancaire était précisément la détection de fraude, par une surveillance continue des activités sur les comptes et un signalement des schémas de comportement aberrant. Les progrès de l'apprentissage automatique nous conduisent aujourd'hui presque à la surveillance en temps réel.

L'année dernière, le groupe bancaire multinational Crédit Suisse AG a créé une coentreprise axée sur l'IA avec Palantir Technologies, de la Silicon Valley. Les solutions de cette société sont largement utilisées pour la surveillance et la sécurité, afin de détecter les transactions non autorisées<sup>7</sup>. Le Crédit Suisse a commencé sa collaboration avec Palantir en 2011, après une perte de 2,3 milliards de dollars causée par une transaction non autorisée de Kweku Adoboli. La banque zurichoise a déclaré que son objectif est d'adapter les systèmes d'IA de Palantir afin de surveiller le comportement de tous les employés, de manière à détecter les infractions aux règles de conduite. Elle prévoit de proposer ensuite ce service à d'autres banques.

En dehors des transactions, les technologies d'IA sont de plus en plus utilisées dans la lutte contre le terrorisme et dans la police. L'organisation étasunienne IARPA (Intelligence Advanced Research Projects

Activity) travaille sur un ensemble de programmes s'appuyant sur l'IA afin d'améliorer la reconnaissance des visages pour l'identification<sup>8</sup> au moyen des informations contextuelles – spatiales et temporelles ; ou même pour détecter et géolocaliser automatiquement les vidéos suspectes publiées en ligne sans balise<sup>9</sup>.

Enfin, l'impact des campagnes de désinformation lors des récentes élections a conduit Facebook à commencer à s'aider de l'IA pour analyser la véracité des milliers de milliards de contributions ajoutées au réseau social<sup>10</sup>. Facebook a commencé à s'appuyer sur l'IA pour détecter les mots ou groupes de mots qui peuvent indiquer un élément de désinformation<sup>11</sup>.

## UNE NOUVELLE VAGUE DE GAINS DE PRODUCTIVITÉ ET DE CROISSANCE

Comme d'autres grandes révolutions technologiques du passé<sup>12</sup>, la plupart des opportunités créées par les avancées des technologies d'IA proviennent de leur capacité à déclencher une nouvelle vague de gains de productivité dans de nombreux domaines. Dans cette révolution technologique, la pierre angulaire sera l'autonomie des machines et l'automatisation<sup>13</sup>. On en verra

8 <https://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/janus>

9 <https://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/aladdin-video>

10 <http://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2017/01/08/fake-news-big-data-and-artificial-intelligence-to-the-rescue/#db541e07a214>

11 Peter Kafka, *Facebook has started to flag fake news stories* (Facebook a commencé à marquer les fausses actualités), *Recode*, mars 2017. <https://www.recode.net/2017/3/4/14816254/facebook-fake-news-disputed-trump-snoops-politifact-seattle-tribune>

12 Elizabeth Eisenstein, *The printing press as an agent of change* (L'imprimerie, agent de changement), Cambridge University Press, 1980 ; Robert Hoe, *A short history of the printing press and of the improvements in printing machinery from the time of Gutenberg up to the present day* (Brève histoire de l'imprimerie et de l'amélioration de ses machines, de Gutenberg à aujourd'hui), 1902. *And Growth and renewal in the United States: Retooling America's economic engine* (Croissance et renouvellement aux États-Unis : réoutillage du moteur économique étasunien) McKinsey Global Institute, février 2011.

13 « L'autonomie » est la capacité d'un système à fonctionner et à s'adapter aux circonstances avec peu ou aucune intervention humaine. Par exemple, une voiture autonome roulerait d'elle-même jusqu'à sa destination. Bien que la majorité des publications concerne les voitures et les aéronefs, l'autonomie est un concept bien plus large qui comprend des scénarios tels que la négociation financière automatisée et la curation automatique de contenu. L'autonomie inclut des systèmes qui peuvent diagnostiquer et réparer les défauts dans leur propre fonctionnement, par exemple l'identification et l'élimination des failles de sécurité. *L'automatisation consiste à confier à une machine une tâche qui était précédemment effectuée par une personne. Elle concerne aussi bien les tâches physiques que cognitives, ces dernières pouvant être assurées par l'IA. L'automatisation et son impact sur l'emploi sont des phénomènes significatifs sur le plan social et économique depuis au moins la révolution industrielle.* » Voir le rapport *Preparing for the Future of AI* (préparer l'avenir de l'IA), Bureau exécutif du président, NSTC, octobre 2016 (page 10).

6 <https://www.ibm.com/blogs/research/2017/01/ibm-5-in-5-our-words-will-be-the-windows-to-our-mental-health/>

7 <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-03-22/credit-suisse-cia-funded-palantir-build-joint-compliance-firm>

l'impact dans les ateliers d'usine, les centres de service et les bureaux, par l'automatisation d'un nombre croissant de tâches cognitives et physiques complexes. L'émergence de l'IA signifie aussi l'avènement de nouvelles formes, plus rentables, de collaboration et de complémentarité entre les personnes et les machines. L'IA peut être vue comme un nouveau facteur potentiel de production, avec l'amélioration de l'efficacité des facteurs traditionnels que sont la main-d'œuvre et le capital, et avec la création d'un hybride capable de créer des forces de travail totalement nouvelles. Dans de nombreux cas, l'IA pourra être plus performant que les humains, en termes d'échelle et de vitesse, et il sera capable de s'améliorer.

Il est possible d'automatiser les tâches administratives et opérationnelles routinières et de leur affecter des priorités au moyen de l'intelligence artificielle, en entraînant des bots (logiciels conversationnels robotisés), qui peuvent ensuite planifier et gérer les interactions. Le logiciel Smart Reply de Google peut déjà ébaucher des messages à vos correspondants en se basant sur vos réponses précédentes aux messages similaires<sup>14</sup>. Les salles de rédaction utilisent de plus en plus l'apprentissage automatique pour produire des rapports et pour ébaucher des articles<sup>15</sup>. Une technologie similaire peut produire des rapports financiers et des notes aux cadres supérieurs. Les robots utilisant des lasers, des capteurs de profondeur en 3D, la vision artificielle perfectionnée et les réseaux neuronaux profonds peuvent circuler de manière sûre et travailler aux côtés des personnes dans les entrepôts et les usines.

L'intelligence artificielle peut également générer des gains de productivité significatifs en réduisant radicalement les coûts de recherche manuelle dans les grands jeux de données. C'est particulièrement utile dans le secteur juridique, par exemple, où des sociétés comme *ROSS*, *Lex Machina*, *H5* et *CaseText* utilisent déjà l'apprentissage automatique pour le traitement de la langue naturelle, lorsqu'il faut scruter des textes juridiques à la recherche d'informations pertinentes pour une affaire. Des milliers de documents juridiques peuvent maintenant être parcourus en quelques jours, alors que la méthode traditionnelle pouvait prendre des mois<sup>16</sup>. Ailleurs, le traitement de la langue naturelle permet d'interagir efficacement avec des jeux de données spécialisés et spécifiques à un domaine, pour répondre à des questions factuelles comme l'agent virtuel Watson d'IBM annonce pouvoir le faire<sup>17</sup>.

Les gains de productivité ne se situent pas seulement dans le remplacement des personnes par des machines, mais aussi dans l'avènement de nouvelles formes de collaboration entre les personnes et les machines, qui exploitent la complémentarité des intelligences biologique et numérique. On parle parfois d'« intelligence augmentée ». Il est probable que ces nouvelles formes de collaboration Homme-machine ouvrent de riches opportunités de créativité et d'innovation, qui se traduiront par une plus grande productivité. Un exemple remarquable concerne la lecture des clichés radiologiques pour la détection du cancer du sein : la combinaison des algorithmes d'apprentissage profond et des avis des pathologistes a réduit le taux d'erreur à 0,5 %. Cela représente une baisse d'environ 85 % du taux d'erreur humain<sup>18</sup>.

En ce qui concerne l'impact économique, Accenture a publié en 2016 un rapport qui analyse douze économies développées et affirme que l'IA peut doubler leur taux de croissance annuelle et augmenter la productivité du

travail jusqu'à 40 % d'ici 2035<sup>19</sup>. En janvier 2017, le McKinsey Global Institute a publié son propre rapport sur l'avenir de l'automatisation. Ses limites définitives sont différentes de celles du rapport d'Accenture, et incluent la robotique. L'estimation de la vitesse et des conséquences de l'automatisation selon McKinsey<sup>20</sup> est plus modeste, mais elle apporte tout de même une vision très positive : l'automatisation pourrait augmenter la productivité mondiale de 0,8 à 1,4 % par an.

Au cours des dernières décennies, les économistes étaient inquiets de voir diminuer les taux de croissance de la productivité<sup>21</sup>. Attribué à un déficit d'innovation, au vieillissement de la population active, à un recul du niveau d'instruction et aux inégalités de richesse, ce ralentissement de la croissance de la productivité a eu des conséquences graves, a contribué à l'infléchissement de l'augmentation des rémunérations réelles et a compliqué la donne fiscale à long terme<sup>22</sup>. Selon le McKinsey Global Institute, l'impact attendu des technologies d'automatisation pourrait correspondre à la croissance élevée de productivité mondiale qui est nécessaire pour compenser la baisse de la natalité et le vieillissement, et donc permettre au PIB de continuer à croître<sup>23</sup>. Cela dit, les pays vont réagir et absorber de manière inégale la vague d'automatisation, selon leur démographie, les niveaux de rémunération, la productivité et l'appétit sociopolitique envers la croissance et l'inégalité. En principe, les économies avancées et déjà âgées devraient absorber les effets de l'automatisation plus facilement et rapidement que les économies émergentes dont la population active vieillit<sup>24</sup>.

14 <https://www.blog.google/products/gmail/smart-reply-comes-to-inbox-by-gmail-on-the-web/>

15 <https://www.theguardian.com/media/2016/apr/03/artificia-intelligence-robot-reporter-pulitzer-prize>

16 ABA Journal, *How artificial intelligence is transforming the legal profession* (Comment l'intelligence artificielle transforme le métier juridique), 1<sup>er</sup> avril 2016.

17 <https://www.ibm.com/watson/whitepaper/solutions-guide/>

18 Dayong Wang, Aditya Khosla, Rishab Gargeya, Humayun Irshad, Andrew H. Beck, *Deep Learning for Identifying Metastatic Breast Cancer* (L'apprentissage profond pour identifier le cancer du sein métastatique), 18 juin 2016, <https://arxiv.org/pdf/1606.05718v1.pdf>

19 Mark Purdy et Paul Daugherty, *Why Artificial Intelligence is the future of growth* (Pourquoi l'intelligence artificielle est l'avenir de la croissance), Accenture, octobre 2016. [www.accenture.com/futureofAI](http://www.accenture.com/futureofAI)

20 James Manyika, Michael Chui, Mehdi Miremadi, Jacques Bughin, Katy George, Paul Willmott et Martin Dewhurst, *Harnessing Automation for a Future that Works* (Mobilisation de l'automatisation pour un avenir qui travaille), McKinsey Global Institute, janvier 2017. <http://www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works>

21 La croissance de la productivité mesurée a ralenti dans 30 des 31 économies avancées, la moyenne annuelle passant de 2 % entre 1994 et 2004 à 1 % entre 2004 et 2014. Jason Furman, *Is this time different? The opportunities and challenges of artificial intelligence* (Cette époque est-elle différente ? Opportunités et défis de l'intelligence artificielle), remarque chez AI Now : *The Social and Economic Implications of Artificial Intelligence Technologies in the Near Term* (Implications sociales et économiques à court terme des technologies d'intelligence artificielle), conférence à New York le 7 juillet 2016.

22 James Manyika, Michael Chui, Mehdi Miremadi, Jacques Bughin, Katy George, Paul Willmott et Martin Dewhurst, *Harnessing Automation for a Future that Works* (Mobilisation de l'automatisation pour un avenir qui travaille), McKinsey Global Institute, janvier 2017 (p. 95-103).

23 Les recherches du McKinsey Global Institute ont montré que, même si la croissance de la productivité mondiale se maintient à 1,8 % par an comme les cinquante dernières années, la croissance du PIB chutera de 40 % sur les cinquante prochaines années. La croissance du PIB par habitant baissera d'environ 19 %. Pour compenser le ralentissement de la croissance de l'emploi, il faudrait que la productivité augmente de 3,3 % par an, c'est-à-dire 1,8 fois plus vite qu'au cours des cinquante dernières années. *Global growth: Can productivity save the day in an aging world?* (Croissance mondiale : la productivité peut-elle sauver la mise dans un monde vieillissant ?), McKinsey Global Institute, janvier 2015.

24 James Manyika, Michael Chui, Mehdi Miremadi, Jacques Bughin, Katy George, Paul Willmott et Martin Dewhurst, *Harnessing Automation for a Future that Works* (Mobilisation de l'automatisation pour un avenir qui travaille), McKinsey Global Institute, janvier 2017 (p. 95-103).