

Mémoire pour l'étude de la Chambre des communes du Canada sur les répercussions des technologies de l'intelligence artificielle sur le marché du travail canadien

L'intelligence artificielle (IA) génératrice bouleverse les modèles de l'IA et du travail

Morgan R. Frank^{1,2,3,*}

¹*Department of Informatics and Networked Systems, Université de Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15216 États-Unis*

²*Digital Economy Lab, Université Stanford, Stanford, CA 94305 États-Unis*

³*Connection Science, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, États-Unis*

**Toute correspondance devrait être adressée à cet endroit. Courriel : mrfrank@pitt.edu*

Novembre 2023

1 Introduction

Des avancées passionnantes dans le domaine de l'intelligence artificielle (IA) générative ont suscité des préoccupations pour les emplois, l'éducation, la productivité¹ et l'avenir du travail. Comme dans le cas des technologies antérieures, l'IA générative ne mènera probablement pas à un chômage généralisé. Cependant, contrairement à celles-ci, l'IA générative est créative, cognitive et potentiellement omniprésente, ce qui rend les hypothèses habituelles de prévisions en matière d'automatisation mal adaptées à la situation actuelle. Les projections en vigueur laissent entendre que l'IA générative aura une incidence sur les travailleurs dans des professions qui étaient auparavant considérées comme à l'abri de l'automatisation. À mesure que l'ensemble des capacités et des applications de l'IA émerge, les décideurs devraient promouvoir l'adaptabilité professionnelle des travailleurs. La réalisation de cet objectif nécessitera l'amélioration des données sur les cessations d'emploi et le chômage par localité et par titre de poste afin de cerner les premiers indicateurs pour les travailleurs menacés par une interruption de travail. De plus, des politiques misant sur la prudence devraient inciter les gestionnaires de programmes d'éducation à intégrer l'apprentissage avec l'intelligence artificielle comme outil tout en préparant les étudiants aux exigences de l'avenir du travail.

2 L'intelligence artificielle générative bouleverse la sagesse conventionnelle

Il est rare qu'une seule technologie soit omniprésente au point de rendre désuètes des professions entières. En général, la technologie permet plutôt d'exécuter des tâches précises et a une incidence sur la demande de travailleurs qui exécutent ces tâches dans le cadre de leur travail (c.-à-d. changement technologique axé sur les compétences^{2,3,4}). Par conséquent, les efforts visant à prévoir les interruptions de travail causées par la technologie sont axés sur des tâches et des activités qui varient d'une profession à l'autre^{5,6}. Il est toutefois difficile de connaître à la fois les capacités spécifiques de la technologie et les activités des travailleurs au sein des industries, des entreprises et des régions. Par le passé, les chercheurs se sont appuyés sur une heuristique empirique qui caractérise de façon générale la relation entre les catégories de travailleurs et les technologies avec lesquelles ils interagissent. Ainsi, les personnes affectées à un travail manuel routinier (p. ex., dans les secteurs de la fabrication et de la construction) sont présumées être remplacées par la robotique, tandis que les personnes affectées à un travail cognitif non routinier gagneraient en innovation et en productivité avec l'informatique et l'apprentissage machine.

Ces données heuristiques éclairent les prévisions de l'exposition des travailleurs à la technologie. Par exemple, les travailleurs créatifs — y compris les artistes, les graphistes et même les scientifiques — sont des exemples typiques de professions cognitives non routinières qui ont été considérées comme étant à l'abri de l'automatisation. Parue pour la première fois en 2013, une étude très médiatisée⁷ de l'Université d'Oxford affirmait :

« Parce que la créativité, par définition, implique non seulement la nouveauté, mais aussi la valeur, et parce que les valeurs sont très variables, il s'ensuit que de nombreux arguments au sujet de la créativité sont enracinés dans des désaccords au sujet de la valeur [...] En l'absence de solutions d'ingénierie pour surmonter ce problème, il semble peu probable que les professions exigeant un niveau élevé d'intelligence créative seront automatisées au cours des prochaines décennies. »

Plutôt que de s'écarter de ces normes, les études sur l'automatisation diffèrent principalement dans leur modélisation des capacités de la technologie (p. ex. fondées sur l'opinion d'experts⁸, l'opinion publique⁹ ou les brevets^{10,11}). Est-ce que ces données heuristiques sont encore valides avec la technologie d'aujourd'hui? Ou est-ce que l'IA générative bouleverse la sagesse conventionnelle? Pendant que nous attendons toujours de voir toutes les capacités et les applications de l'IA générative, les modèles de langage de grande taille (LLM), comme ChatGPT d'OpenAI et Bard de Google, et les générateurs d'images, comme Midjourney et DALL-E d'OpenAI, peuvent rédiger des essais, générer du code informatique et réaliser des travaux de conception graphique. Ces capacités sont des exemples clairs de ce que l'on appelle traditionnellement le travail cognitif non routinier et donnent à penser qu'une classe auparavant à l'abri de cols blancs pourrait maintenant faire face à la concurrence de l'automatisation. Par exemple, une étude récente¹² d'OpenAI et de l'Université de la Pennsylvanie révèle que les travailleurs américains très instruits qui occupent des emplois à revenu élevé sont les plus vulnérables aux LLM (c.-à-d. que ces professions exigent des activités en milieu de travail qui pourraient être effectuées par des LLM).

L'IA générative bouleverse la sagesse conventionnelle des études passées sur l'automatisation. Par exemple, exactement une décennie après la citation ci-dessus, l'IA réalise des travaux créatifs sous forme de rédaction, de création d'images et de développement de logiciels¹³. Tout comme l'IA a évolué, nous devons changer nos approches en matière de recherche économique, de programmes d'éducation et de politique du travail. Au lieu de données heuristiques faillibles, une réponse à l'IA doit être éclairée par des données empiriques détaillées représentant les travailleurs dans l'ensemble de l'économie.

3 Améliorer les données sur les répercussions négatives sur le travail

Les nouvelles applications de l'IA générative augmentent le besoin d'obtenir des données sur le travail qui libèrent les politiques des hypothèses limitatives concernant l'automatisation. Actuellement, les études sur l'automatisation comparent les scores d'exposition professionnelle à la baisse de l'emploi ou des salaires^{7,14,8,9,10,15}, mais cette approche ne reflète que les données disponibles plutôt que les symptômes directs de l'exposition à l'IA. Par exemple, le chômage ou les pertes d'emploi associées à une profession peuvent augmenter ou diminuer même si l'embauche pour cette profession augmente¹⁶. Par conséquent, la politique économique doit être éclairée par les symptômes directs de l'exposition des travailleurs à l'IA.

L'IA générative peut effectuer certaines activités créatives et cognitives, et cela peut mener à une diminution de la demande de travailleurs pour réaliser ces activités. Plutôt que de mener à l'automatisation totale d'une profession, un résultat plus direct est que les travailleurs doivent transformer leurs activités pour offrir un complément au travail accompli par l'IA⁶ (c.-à-d. qu'il y a un changement de compétences au sein de la profession).

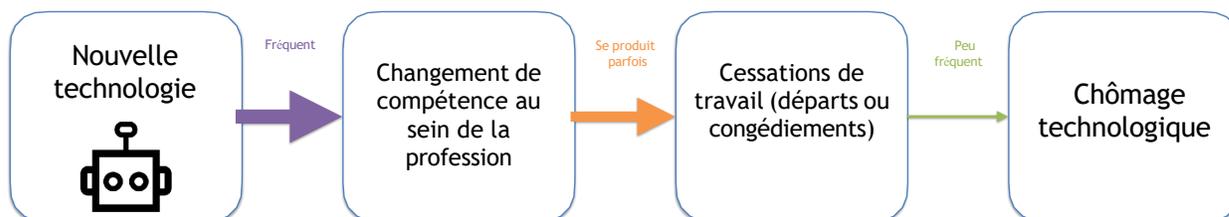


Figure 1 : Le flux des répercussions les plus fréquentes aux moins fréquentes de la technologie sur les travailleurs. La technologie transforme la demande pour des compétences particulières plutôt que des professions entières. Si les travailleurs n'adaptent pas leurs compétences, cela peut mener à une cessation d'emploi qui les contraint à chercher un nouveau travail. Les travailleurs peuvent demander des prestations de chômage s'ils ne trouvent pas un nouvel emploi. Des données sont nécessaires pour décrire chaque partie de ce flux des répercussions pour chaque profession.

Si les travailleurs ne peuvent pas s'adapter, des cessations d'emploi (c.-à-d. le congédiement par l'employeur ou le départ du travailleur) peuvent causer le déplacement des travailleurs^{17,18,19}. Les travailleurs déplacés qui ne peuvent pas trouver rapidement un nouvel emploi peuvent compter sur les prestations de chômage pendant qu'ils continuent leur recherche. La figure 1 décrit ce flux des répercussions de l'IA, des symptômes de l'exposition à l'AI les plus directs et les plus

communs aux symptômes les moins directs. Il convient toutefois de noter que ce flux ne dit rien au sujet de l'emploi ou des salaires.

Dans la plupart des économies nationales, il n'existe pas de données détaillées pour décrire le flux des répercussions de l'IA afin d'améliorer les prévisions en matière d'automatisation. Il y a cependant des étapes à suivre pour améliorer les niveaux d'information qui peuvent éclairer la politique du travail en réponse à l'IA générative.

Des données améliorées sur les changements de compétences au sein d'une profession doivent être suffisamment dynamiques pour modéliser les nouvelles compétences et capacités que l'IA permettra (p. ex. ingénierie en matière d'invites textuelles : la capacité de rédiger des invites textuelles pour les LLM), tout en étant soumises à des mises à jour régulières et en maintenant la représentativité des activités en milieu de travail dans l'ensemble de l'économie. Par exemple, le Bureau of Labor Statistics (BLS) des États-Unis fait état des exigences en matière de compétences et de tâches pour plus de 900 professions différentes dans la base de données O*NET. Bien que cette base de données assure une bonne représentation des travailleurs dans l'ensemble des secteurs aux États-Unis, chaque profession n'est mise à jour que tous les cinq ans et la taxonomie des compétences et des tâches en milieu de travail est mise à jour encore moins fréquemment. Par conséquent, avec ces seules données, il serait difficile pour les décideurs de répondre à la demande émergente de nouvelles activités en milieu de travail, comme « l'ingénierie en matière d'invites textuelles ». Des chercheurs ont commencé à utiliser les offres d'emploi pour compléter les données fédérales, mais, à l'heure actuelle, les offres d'emploi peuvent être biaisées en faveur de certaines industries et présenter leurs propres défis en matière de données (p. ex., traitement et nettoyage des descriptions d'emploi en texte libre).

Des données améliorées sur les cessations d'emploi doivent comprendre des renseignements en temps réel sur les employeurs ou les professions où ont lieu des cessations d'emploi, ainsi que sur la nature (c.-à-d. le travailleur qui quitte son emploi ou l'employeur qui congédie un travailleur) et la raison de ces dernières (p. ex. le travailleur n'était pas capable de s'adapter aux nouvelles exigences du milieu de travail, par opposition à un problème de ressources humaines). Par exemple, le programme Job Openings and Labor Turnover Survey (JOLTS) du BLS des É.-U. produit des données sur les possibilités d'emploi, les embauches et les cessations d'emploi par mois et par État, mais ne donne pas de détails sur le secteur, l'employeur ou la profession en lien à ces importantes dynamiques du travail. Les économies provinciales du Canada sont suffisamment diversifiées pour demander une explication des cessations d'emploi afin de mieux lier les pertes d'emploi à l'IA générative comparativement à d'autres sources de perturbation. Les curriculum vitæ en ligne de travailleurs (p. ex. de LinkedIn ou de Indeed.com) offrent une source de données potentielle contenant des renseignements en temps réel sur les cessations d'emploi, les compétences séparées des travailleurs et les efforts déployés pour chercher un nouvel emploi. Toutefois, comme pour les offres d'emploi, la représentativité et les préjugés à l'égard de certains secteurs peuvent poser un défi en matière de données.

Des données améliorées sur le chômage devraient aller au-delà de statistiques sur le chômage total par marché du travail pour inclure également le *risque de chômage* par profession ou industrie. Traditionnellement, le « chômage par profession » est un concept étrange parce que, par définition, les chômeurs n'ont pas d'emploi. Cependant, la probabilité de recevoir des prestations de chômage par profession devrait suffire et, une fois de plus, permettre aux décideurs et aux économistes d'établir un lien direct entre les perturbations de l'IA et le chômage par rapport à d'autres sources. En règle générale, les prestations d'assurance-chômage sont

conditionnelles au fait que les prestataires continuent de chercher un nouvel emploi et, dans le cadre de cet objectif de trouver un nouvel emploi, les bureaux d'assurance effectuent souvent un suivi des antécédents d'emploi des prestataires. Combinées aux statistiques sur le chômage total et aux parts de l'emploi selon la profession, ces données pourraient fournir un nouvel aperçu des causes du chômage et des parties du marché de travail qui ont le plus besoin d'une intervention politique avec l'adoption accrue de l'IA générative.

4 Adaptation des programmes d'éducation

L'IA générative transformera les exigences en matière de compétences des emplois de cols blancs et, par conséquent, le système d'éducation doit s'adapter pour que les étudiants d'aujourd'hui puissent occuper ces rôles à l'avenir. Alors que les professeurs et les enseignants ont du mal à détecter les dissertations générées par un LLM dans les salles de classe, une approche plus pratique devrait intégrer les applications génératives de l'IA comme outils d'apprentissage, un peu comme les calculatrices en mathématiques. Le but n'est pas que les étudiants doivent dépendre entièrement de l'IA générative, mais l'apprentissage des outils de l'heure devrait faire partie de tout programme qui prépare les étudiants à l'avenir du travail.

Bien que les statistiques sur le marché du travail abondent, les données relatives à l'ensemble de l'économie sont comparativement moins nombreuses à refléter les compétences enseignées au cours des études supérieures et leur influence sur les résultats professionnels à long terme. Par exemple, le département de l'Éducation des États-Unis fait état des données démographiques sur les inscriptions et des revenus sur deux ans après l'obtention du diplôme par année, université/collège, et majeure, mais offre peu de renseignements sur les résultats professionnels par la suite ou sur les différences dans les compétences enseignées pour une même majeure dans différentes universités. Tout comme les chercheurs comparent les compétences professionnelles liées aux technologies brevetées^{10,11}, les descriptions de cours des programmes peuvent offrir une option évolutive pour déduire les compétences enseignées à partir de descriptions de cours textuelles. À leur tour, les méthodes d'étude de la technologie sur le marché du travail devraient être appliquées aux compétences enseignées afin de déterminer quelles sont les majeures et les universités les plus vulnérables à l'IA générative. Ces cheminements éducatifs nécessiteront le plus d'attention à mesure que nous continuerons d'en apprendre davantage sur les capacités et les applications de l'IA générative. Ainsi, les enseignants pourraient accorder moins d'importance aux compétences entièrement automatisées par l'IA. Cependant, de manière plus courante, une plus grande attention devra être prêtée aux compétences liées aux capacités de l'IA afin que les étudiants puissent offrir un complément à la technologie une fois qu'ils entreront sur le marché du travail. Par exemple, des études de cas récentes^{20,21} laissent entendre que les outils d'IA générative n'améliorent pas le rendement des experts, mais permettent plutôt d'augmenter le rendement des non-experts à des niveaux comparables. Si cette observation s'applique à tous les contextes, alors l'intégration de l'IA générative dans les programmes d'apprentissage a le potentiel d'améliorer les objectifs d'apprentissage des étudiants sous-performants^{22,23}.

Tout comme les décideurs et les organismes gouvernementaux mesurent les compétences et les résultats sur le marché du travail, ils devraient également y mesurer les sources des compétences. Dans le cas des cols blancs qui sont les plus vulnérables à l'IA générative¹², bon nombre de ces compétences découlent d'un enseignement collégial. La quantification du flux pour des compétences particulières éclairera les politiques visant à recycler les travailleurs d'aujourd'hui et à préparer les étudiants à l'avenir du travail avec l'IA générative.

Références

- [1] Baily, Martin Neil, Erik Brynjolfsson et Anton Korinek. Machines of mind: The case for an AI-powered productivity boom. 2023.
- [2] Hicks, John. *The theory of wages*. Springer, 1963.
- [3] Violante, Giovanni L. Skill-biased technical change. *The new Palgrave dictionary of economics*, 2:1-6, 2008.
- [4] Acemoglu, Daron et David Autor. Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. Dans *Handbook of labor economics*, volume 4, pages 1043-1171. Elsevier, 2011.
- [5] Alabdulkareem, Ahmad*, Morgan R. Frank*, Lijun Sun, Bedoor AlShebli, César Hidalgo et Iyad Rahwan. Unpacking the polarization of workplace skills. *Science Advances*, 4(7), 2018. (*les auteurs ont contribué à parts égales)
- [6] Frank, Morgan R., David Autor, James E. Bessen, Erik Brynjolfsson, Manuel Cebrian, David J. Deming, Maryann Feldman, Matthew Groh, Jose Lobo, Esteban Moro, et coll. Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(14):6531–6539, 2019.
- [7] Frey, Carl Benedikt et Michael A. Osborne. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114:254 – 280, 2017 [TRADUCTION].
- [8] Brynjolfsson, Erik, Tom Mitchell et Daniel Rock. What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? Dans *AEA Papers and Proceedings*, volume 108, pages 43–47, 2018.
- [9] Felten, Edward W, Manav Raj et Robert Seamans. A Method to Link Advances in Artificial Intelligence to Occupational Abilities. Dans *AEA Papers and Proceedings*, volume 108, pages 54–57, 2018.
- [10] Webb, Michael. The impact of artificial intelligence on the labor market. *Disponible au SSRN 3482150*, 2019.
- [11] Meindl, Benjamin, Morgan R Frank et Joana Mendonça. Exposure of occupations to technologies of the fourth industrial revolution. *Prépublication arXiv*, arXiv:2110.13317, 2021.
- [12] Eloundou, Tyna, Sam Manning, Pamela Mishkin et Daniel Rock. GPTs are GPTs: An early look at the labor market impact potential of large language models. *Prépublication arXiv*, arXiv:2303.10130, 2023.
- [13] Epstein, Ziv, Aaron Hertzmann, Investigators of Human Creativity, Memo Akten, Hany Farid, Jessica Fjeld, Morgan R Frank, Matthew Groh, Laura Herman, Neil Leach, et coll. Art and the science of generative AI. *Science*, 380(6650):1110–1111, 2023.

- [14] Arntz, Melanie, Terry Gregory et Ulrich Zierahn. The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. Rapport technique, 2016.
- [15] Tolan, Songül, Annarosa Pesole, Fernando Martínez-Plumed, Enrique Fernandez-Macias, José Hernández-Orallo et Emilia Gómez. Measuring the occupational impact of AI: tasks, cognitive abilities and AI benchmarks. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 71:191–236, 2021.
- [16] Mean, Monica et Marilia G Mochel. Job automation risk and the future of skills: Skills and competency change in the US workforce. Rapport technique, Bureau of Labor Statistics des É.-U., 2023.
- [17] Mortensen, Dale T et Christopher A. Pissarides. Technological progress, job creation, and job destruction. *Review of Economic dynamics*, 1(4):733-753, 1998.
- [18] Jovanovic, Boyan. Job matching and the theory of turnover. *Journal of political economy*, 87(5, Partie 1):972-990, 1979.
- [19] Fossen, Frank M et Alina Sorgner. New digital technologies and heterogeneous wage and employment dynamics in the United States: Evidence from individual-level data. *Technological Forecasting and Social Change*, 175:121381, 2022.
- [20] Dell’Acqua, Fabrizio, Edward McFowland, Ethan R Mollick, Hila Lifshitz-Assaf, Katherine Kellogg, Saran Rajendran, Lisa Kraymer, François Candelon et Karim R Lakhani. Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of AI on Knowledge Worker Productivity and Quality. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper*, (24-013), 2023.
- [21] Brynjolfsson, Erik, Danielle Li et Lindsey R Raymond. Generative AI at work. Rapport technique, National Bureau of Economic Research, 2023.
- [22] Mollick, Ethan et Lilach Mollick. Assigning AI: Seven Approaches for Students, with Prompts. *Prépublication arXiv*, *arXiv:2306.10052*, 2023.
- [23] Mollick, Ethan R et Lilach Mollick. Using AI to implement effective teaching strategies in classrooms: Five strategies, including prompts. *Including Prompts (17 mars 2023)*, 2023.