

# PERSPECTIVES DE L'IMT

## Vers une approche systémique de la technologie et de l'avenir du travail

Cette édition de *Perspectives de l'IMT* a été préparée par David Ticoll<sup>1</sup>, président du Groupe consultatif pancanadien des intervenants du Conseil de l'information sur le marché du travail, et membre distingué du laboratoire d'innovation politique de la Munk School of Global Affairs de l'Université de Toronto.

### Principales conclusions

- Les discussions sur les conséquences de la technologie sur les emplois tendent à porter principalement sur le remplacement de la main-d'œuvre, c'est-à-dire le retrait de travailleurs humains pour faire place à des systèmes et robots intelligents.
- L'analyse du remplacement de la main-d'œuvre est primordiale, mais insuffisante, car elle sous-estime les changements qui rendent des tâches et des postes superflus, et donc redondants au remplacement de la main-d'œuvre. Une telle analyse ne peut non plus prédire avec précision la croissance future de l'emploi ou les compétences nécessaires aux emplois de demain.
- Cet article propose des éléments d'un cadre de travail systémique complet pour modéliser l'avenir du travail. En plus du remplacement des travailleurs, le modèle comprend les changements aux produits et services, aux modèles d'affaires et aux écosystèmes des différentes industries.

La recherche et les prévisions sur les perspectives d'emploi dans le contexte de l'avenir du travail se concentrent habituellement sur le rôle des technologies numériques comme les ordinateurs, logiciels, télécommunications et robots. Et avec raison : les investissements en capital matériel (de la roue au conteneur d'expédition, en passant par le moteur

électrique) ont progressivement réduit la quantité de main-d'œuvre requise. Cependant, ces technologies matérielles doivent généralement être gérées ou opérées par un humain.

L'actuelle vague de technologies numériques – l'apprentissage machine et les robots en particulier – laisse présager un virage historique du capital humain au

<sup>1</sup> Merci à Steven Tobin et David Wolfe pour leurs suggestions et leurs contributions au présent document.

capital matériel pour plusieurs fonctions professionnelles cognitives. De plus en plus, la technologie prend les commandes dans des emplois et des tâches jusqu'ici dirigées et effectuées par des personnes. Ce changement a des conséquences déterminantes sur l'avenir du travail. Les technologies de procédés non numériques ont intrinsèquement besoin de ressources humaines, alors que celles basées sur l'intelligence artificielle (IA) en requièrent moins, sinon pas du tout.

### **La pensée axée sur le remplacement de la main-d'œuvre : nécessaire, mais insuffisante**

L'essor de l'apprentissage machine et de la robotique a attiré une attention généralisée sur les enjeux de la robotisation de la main-d'œuvre. Les prévisions sur la quantité de travail humain susceptible d'être robotisé par l'IA comprennent le temps de tâche cumulatif ainsi que des emplois entiers. Selon les prédictions mondiales, la proportion d'emplois qui seront touchés se situe entre 25 % et 50 %<sup>2, 3</sup>.

Ce modèle de remplacement de la main-d'œuvre dans l'avenir du travail, qui insiste sur la productivité, est éclairant et important. Mais il crée deux types de problèmes.

1. La pensée orientée sur le remplacement ignore d'autres facteurs qui rendent des emplois et des tâches superflus.

Ces activités deviennent obsolètes; elles ne sont donc pas candidates à l'automatisation. Par exemple, la photographie numérique a sonné le glas de l'industrie de la pellicule, ce qui a rendu superflu presque tout le travail d'entreposage, de fabrication et de traitement de la pellicule. Cet exemple révèle que les prévisions de remplacement de la main-d'œuvre dans des secteurs vulnérables à une future obsolescence sont de nature imparfaite.

2. Par définition, l'approche de remplacement de la main-d'œuvre s'intéresse aux effets négatifs de la technologie sur l'emploi. Comme outil de modélisation, sa capacité à prédire la croissance future de l'emploi ou des compétences nécessaires est limitée. Puisque ce modèle ne décrit que les facteurs de productivité de la suppression d'emplois, nous devons chercher ailleurs les réponses sur la création d'emplois. Elles dépendent habituellement de théories économiques et d'extrapolations de l'histoire non vérifiables, comme celles-ci :

  - Le marché s'ajustera pour absorber la main-d'œuvre bon marché délocalisée.
  - La réduction du prix des produits (grâce à la productivité) fera augmenter la demande, et donc le nombre d'emplois à pourvoir.
  - La demande pour des tâches nécessitant des compétences humaines

<sup>2</sup> Voir, par exemple, les publications suivantes : Carl Benedikt Frey et Michael A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?* (L'avenir de l'emploi : Dans quelle mesure les emplois sont-ils sensibles à l'informatisation?) (University d'Oxford, 2013); McKinsey Global Institute, *A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity* (Un avenir qui fonctionne : automatisation, emploi et productivité) (janvier 2017); L. Nedelkoska et G. Quintini, « *Automation, Skills Use and Training* », Documents de travail de l'OCDE sur les questions sociales, l'emploi et les migrations, no 202 (Éditions OCDE, 2018). Ces articles et d'autres sont résumés dans Creig Lamb, Daniel Munro, et Viet Vu, *Better, Faster Stronger: Maximizing the Benefits of Automation for Ontario's Firms and People* (Plus efficace, plus rapide, plus solide : Maximiser les avantages de l'automatisation pour les entreprises et les gens de l'Ontario) (Brookfield Institute, 2018), 22.

<sup>3</sup> Notez que toutes les prévisions pourraient faire l'objet d'erreurs. Par exemple, la littérature ne se penche pas sur les technologies et méthodes d'affaires inconnues qui pourraient accélérer le remplacement des tâches. Il y a également une incertitude entourant les choix sociétaux et des employeurs qui ont un effet sur le rythme et l'étendue du remplacement technologique de la main-d'œuvre.

uniques compensera les pertes d'emplois.

- L'histoire se répétera : la création d'emplois a dépassé les pertes d'emplois lors des révolutions industrielles précédentes, donc cela se reproduira encore cette fois.<sup>4</sup>

Valides ou pas, ces approches ne répondent pas à la question centrale : quels seront les emplois stables et décents, s'il y en a, qu'occuperont des centaines de millions – ou en fait des milliards – de personnes partout dans le monde ?

### **Aspects d'un cadre de travail systémique : des outils du 21<sup>e</sup> siècle pour un défi du 21<sup>e</sup> siècle**

Le point de vue du remplacement de la main-d'œuvre est unidimensionnel. Il ne dit pas tout et mène souvent à de fausses conclusions. Il sous-estime les pertes d'emplois issues de l'innovation, et ne peut prédire de manière crédible les gains d'emplois. Qu'arriverait-il si nous adoptions plutôt une approche systémique de ces enjeux ? Un cadre de travail systémique proposé combine l'analyse du remplacement de la main-d'œuvre et trois autres aspects de l'avenir du travail : 1) les produits et services; 2) les modèles d'affaires; et 3) les écosystèmes. Les sections suivantes abordent ces trois aspects.

## **(1) L'innovation dans les produits et services**

Les modèles de remplacement traitent implicitement l'offre de produits et services comme étant établie, immuable et presque accessoire aux processus de production, alors qu'une foule de facteurs entraînent des changements considérables aux produits et services de base de plusieurs secteurs et sous-secteurs. En plus de l'apprentissage machine et de la robotique, d'autres technologies numériques et informatiques émergentes comme le stockage d'énergie, la

**« LES MODÈLES D'AFFAIRES NUMÉRIQUES IMPLIQUENT DE L'INFORMATION, DE FAIBLES COÛTS DE TRANSACTIONS, LES MÉDIAS SOCIAUX, L'ANALYTIQUE ET DES RESSOURCES HUMAINES HAUTEMENT QUALIFIÉES. »**

chaîne de blocs et le séquençage de l'ADN favorisent l'apparition de changements perturbateurs aux produits et services. À ces vecteurs technologiques de changement s'ajoutent des transformations de la demande, des aptitudes et compétences, de la concurrence provenant des nouveaux arrivants et des joueurs établis sur le marché, des règlements et régimes commerciaux, des politiques et programmes gouvernementaux et d'autres facteurs. La numérisation permet habituellement et définit souvent les changements aux produits et services qui se répercutent et se propagent dans les économies du monde entier.

<sup>4</sup> Conseil de l'information sur le marché du travail. *Bibliographie annotée : Avenir du travail* (février 2019).

Prenons un produit numérique maintenant omniprésent : l'appareil photo. En 1837, Louis Daguerre et son daguerréotype, une technologie chimique utilisant l'argent pour saisir une image dans un appareil photo, ont donné le coup d'envoi à l'industrie photographique. Les bases de l'industrie sont demeurées les mêmes durant près de 150 ans. Le principal bénéficiaire de ce qui est devenu la pellicule argentique a été la Eastman Kodak Company, dont le siège social était situé à Rochester, dans l'État de New York.

En 1988, Kodak a atteint son nombre maximal d'emplois, 145 300, sept ans après que Sony eut dévoilé le premier appareil doté d'un capteur d'image numérique. Au cours des 20 années suivantes, Kodak a aboli 125 000 emplois pour finalement, en 2012, se placer sous la protection de la loi sur la faillite<sup>5</sup>. Plus largement, aux États-Unis, quatre emplois sur cinq dans les sous-secteurs de la fabrication et du traitement de la pellicule ont été abolis entre 1998 et 2014 (voir le tableau 1).

**Tableau 1. Pertes d'emplois dans le secteur de la photographie**

Sous-secteur de la photographie aux États-Unis	Employés 1998	Employés 2016	Pertes d'emploi	Taux de déclin
Laboratoires de développement, sauf le développement en une heure	57 140	5 809	51 331	90 %
Fabrication de pellicule, papier, plaque et produits chimiques photographiques	36 942	10 242	26 700	72 %
Développement en une heure	15 102	812	14 290	95 %
<b>Total</b>	<b>109 184</b>	<b>18 863</b>	<b>92 321</b>	<b>83 %</b>

Source : US Census Bureau, Statistics of U.S. Businesses: 2001 et 2016.

Ces pertes d'emplois étaient dues à la numérisation du produit, et non du processus. Une fois la numérisation du produit bien installée, tout investissement de productivité dans la photographie argentique était de l'argent perdu. De l'autre côté, la photographie numérique générait quelques emplois, quoique moins que le nombre de postes perdus. Intégrés aux téléphones intelligents, les capteurs d'images numériques à bas prix ont contribué à la création d'emplois dans le secteur de ce produit (incluant l'électronique, l'emballage et les logiciels).

## (2) L'innovation dans les modèles d'affaires

Un deuxième enjeu est que les modèles de l'avenir du travail centrés sur la productivité ignorent la pertinence de certains modèles d'affaires. L'expression « modèles d'affaires » a plusieurs définitions, tant abstraites que concrètes.<sup>6</sup> Une définition formulée en 2005 par Risto Rajala et Mika Westerlund l'explique comme étant les « moyens de créer de la valeur pour les clients, et les manières par lesquelles une entreprise transforme les

5 RochesterFirst.com. « [Timeline of Kodak History](#) » (Nexstar Broadcasting, 2019). Kodak s'est sortie de la faillite en 2013 après avoir vendu ses opérations liées à la pellicule photographique, aux numériseurs commerciaux et à ses comptoirs de service. Aujourd'hui, ses principaux segments d'affaires sont l'impression numérique et les services aux entreprises, ainsi que l'infographie, le divertissement et les pellicules commerciales.

6 Mutaz M. Al-Debi, Ramzi El-Haddadeh, et David Avison, « [Defining the Business Model in the New World of Digital Business](#) » (Actes de la 14<sup>e</sup> Americas Conference on Information Systems [AMCIS], Toronto, Ont., 14-17 août 2008), 300.

occasions d'affaires en profits au moyen d'un ensemble d'acteurs, d'activités et de collaborations»<sup>7</sup>.

Les modèles d'affaires des plus grandes entreprises numériques sont très différents de ceux des entreprises traditionnelles. Ils impliquent des biens d'information numérique, le web, de faibles coûts de transactions, des données, les médias sociaux, l'analytique, des systèmes logiciels sophistiqués et des ressources humaines hautement qualifiées.<sup>8</sup> Les biens numériques sont simultanément « non rivaux » (ils peuvent être reproduits un nombre infini de fois à un coût marginal presque nul) et « excluables » (leur propriété est exclusive grâce aux systèmes de brevets)<sup>9</sup>. Des chefs de file comme Google et Amazon exploitent ce qu'on a appelé le modèle d'affaires « de plateforme » pour contrôler le contexte d'interactions commerciales et sociales à grande échelle. Réunies, ces forces donnent aux entreprises dominantes les moyens de s'emparer rapidement des marchés, de jouir d'un quasi-monopole dans diverses sphères d'activités, de se diversifier dans des secteurs non adjacents et de générer des sources de revenus très rentables, semblables à des loyers.

Prenons l'industrie des journaux comme exemple canadien. En 1986, les 110 quotidiens du Canada tiraient 80 % de leurs revenus de la vente de 50 % à 60 % de leurs pages à des annonceurs.<sup>10</sup> Vingt ans plus tard,

Google et Facebook, deux exemples par excellence de modèles d'affaires numériques, se sont radicalement éloignés des médias imprimés. Leur modèle publicitaire, basé sur le suivi des comportements en ligne de chaque consommateur et le ciblage des publicités en fonction de ces données, facture normalement à l'annonceur un prix plus élevé si le consommateur clique sur sa publicité.

Les conséquences sur les emplois dans les médias imprimés ont été importantes :

- De 2000 et 2018, les emplois dans l'industrie des journaux, des magazines, des livres et des annuaires ont chuté de 58 %, passant de 84 028 à 35 585.
- Les emplois dans les usines de pâtes, papier et carton sont passés de 76 711 à 40 163 de 2000 à 2017.
- Au cours de la même période, le Canada, plus grand producteur de papier journal au monde, a subi une décroissance de la production annuelle de 9,2 à 3 millions de tonnes.
- La baisse de la production de papier journal (70 %) a largement dépassé celle de la réduction de l'emploi dans le secteur des pâtes, papier et carton (47 %), ce qui laisse entendre que l'automatisation n'a pas été un facteur déterminant.<sup>11</sup>

Les emplois ont également été perturbés dans d'autres secteurs, notamment ceux de la musique, de la vente au détail et du voyage. Les prochaines industries touchées

7 Risto Rajala et Mika Westerlund, « **Business Models: A New Perspective on Knowledge-Intensive Services in the Software Industry** » (École supérieure de commerce d'Helsinki), 3 [traduction libre].

8 David Ticoll, Alex Lowy et Ravi Kalakota, « Joined at the Bit: The Emergence of the E-Business Community », dans *Blueprint to the Digital Economy*, eds. Don Tapscott, Alex Lowy et David Ticoll (New York : McGraw-Hill, 1998). Cette pensée a été davantage développée dans Don Tapscott, David Ticoll et Alex Lowy, *Digital Capital: Harnessing the Power of Business Webs* (Boston, MA: Harvard Business School Press, 2000).

9 Hal R. Varian, « **Markets for Information Goods** » (University of California, Berkeley, 1998). Google a embauché le Dr Varian en 2002, où il est devenu économiste en chef.

10 *L'Encyclopédie canadienne*, « **Journal** ».

11 Données de Statistiques Canada et Ressources naturelles Canada

pourraient être les banques, les assurances, l'immobilier, la chaîne d'approvisionnement et le transport, entre autres. De plus, des entreprises de tous les secteurs d'activité exploitent des caractéristiques propres aux modèles d'affaires numériques pour augmenter le volume et la contingence des emplois temporaires et à temps partiel.

### **(3) Les conséquences sur les écosystèmes**

Un troisième aspect négligé de l'avenir du travail est l'effet des changements aux modèles d'affaires ou aux produits sur les chaînes d'approvisionnement, les réseaux de valeur et les écosystèmes d'affaires. Les conséquences sur les écosystèmes peuvent résonner très loin de l'article ou du modèle d'affaires transformé. En ce sens, ils peuvent être interprétés comme des effets de deuxième ou de troisième ordre.

Prenons par exemple le conteneur d'expédition standardisé et le transport multimodal (soutenus par des logiciels pour la chaîne d'approvisionnement) qui ont proliféré pendant les années 1970. Ces innovations orientées sur la productivité ont favorisé le passage de la fabrication vers la Chine et d'autres économies émergentes<sup>12</sup>. Sont ensuite apparus les détaillants de marchandises à bas prix, qui profitaient de l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement. Walmart a déployé ces outils pour réaliser une part importante de la croissance de la productivité aux États-Unis dans les années 1990<sup>13</sup>. Les effets sur l'écosystème au Canada et aux États-Unis se sont notamment traduits

en pertes d'emploi et en baisse des salaires dans le secteur manufacturier et dans des secteurs moins concurrentiels sur le plan des prix en vente au détail. Par exemple, Eaton, fondé en 1869, a été le plus grand magasin à rayons du Canada jusqu'à sa fermeture en 1999.

Quant à l'avenir, certains ont suggéré que l'avancée de la mobilité sur demande, spécialement celle amenée par les véhicules électriques autonomes, aura de sérieuses conséquences sur les emplois de conduite professionnelle, ainsi que d'autres en assurances, en vente et service automobile et dans d'autres sous-secteurs de l'écosystème de la mobilité<sup>14</sup>.

Lorsque les manufacturiers remplaceront le moteur à combustion interne, la technologie centrale de la voiture, par une pile, ils élimineront des centaines de pièces destinées au moteur, réduisant ainsi la demande de ressources, humaines ou robotisées. Volkswagen a déjà indiqué que le virage vers la production de véhicules électriques entraînerait un déclin de 30 % du besoin de main-d'œuvre dans ses activités de fabrication automobile<sup>15</sup>. Dans l'écosystème automobile entier, l'électrification rendra obsolètes les fabricants de l'outillage et des moules qui produisent les machines à l'origine des pièces de moteurs. Les fournisseurs d'essence, d'huile et de changements d'huile (entre autres) subiront le même sort.

12 Marc Levinson, *The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger*, 2<sup>e</sup> éd. (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2016).

13 McKinsey Global Institute, *How IT Enables Productivity Growth: The US Experience Across Three Sectors in the 1990s* (San Francisco, CA : novembre 2002).

14 David Ticoll, *Driving Changes: Automated Vehicles in Toronto* (University of Toronto Transportation Research Institute, 2015).

15 William Boston, "Volkswagen Supercharges Electric Car Push as Profits Weaken," *Wall Street Journal*, 12 mars 2019.

## Les implications pour la recherche future

Pour résumer, en contexte d'innovation technologique et commerciale, les quatre aspects suivants donnent lieu tant à des risques qu'à des occasions à saisir pour les marchés du travail et le développement de compétences :

1. Le remplacement de la main-d'œuvre
2. Les produits et services
3. Les modèles d'affaires
4. Les écosystèmes

Les modèles de prédiction actuels indiquent que, mondialement, le remplacement de la main-d'œuvre éliminera de 25 % à 50 % du temps de tâche. Cependant, à la lumière des aspects perturbateurs que nous avons décrits, on comprend que le modèle de prédiction du remplacement des travailleurs est erroné en soi. Une approche plus générale est nécessaire si on souhaite mieux comprendre et prévoir l'avenir du travail.

Le modèle systémique proposé ne vise pas à être exhaustif. En effet, il invite à l'ajout d'autres aspects dynamiques tels les changements démographiques, les interventions politiques et les forces distinctes du marché.

Cet article ne prétend pas quantifier ou qualifier les répercussions précises de ce cadre de travail systémique préliminaire pour le Canada ou ailleurs. Voici néanmoins quelques observations et pistes d'idées pour la recherche, les prévisions et le développement de politiques futures :

- L'informatique numérique n'est pas le seul vecteur d'innovation dans les produits et services. Les robots, par exemple, allient informatique, électronique et ingénierie mécanique. Les innovations sophistiquées

actuelles découlent aussi de la biotechnologie, des matériaux techniques et de technologies électroniques non informatiques comme les panneaux solaires, les batteries, l'affichage et l'éclairage.

- Chacun des quatre aspects, et toute combinaison de ceux-ci, peut avoir des conséquences sur la demande d'emplois et de compétences.
- Les boucles de rétroaction sur la création et la destruction d'emplois se produisent dans diverses directions à travers ce modèle. Selon l'angle choisi, un élément du modèle pourrait être plus à l'avant-plan ou à l'arrière-plan. Par exemple, dans l'interaction entre conteneurs d'expédition et commerce de détail, un aspect ou l'autre pourrait être fondamental.
- Les modèles d'écosystèmes devraient refléter les rôles changeants des clients, des entreprises complémentaires, des fournisseurs d'infrastructures, des entreprises plateformes, des régulateurs et d'autres acteurs non traditionnels. Ces modèles devraient aussi se pencher sur les forces dynamiques du marché numérique, comme les effets de réseau; l'accumulation de données, l'analytique et l'apprentissage machine; les asymétries d'information; l'innovation et la croissance potentiellement rapides; et les quasi-monopoles (ou *winner-takes-most*).

- Les méthodes macroéconomiques ne suffiront pas à analyser le passé et à développer des prévisions dans le contexte de ce cadre de travail. Des études de cas et des scénarios axés sur le secteur et l'entreprise sont nécessaires. Cela pourrait exiger des innovations méthodologiques.
- Des scénarios et conséquences des forces commerciales énumérées (ainsi que d'autres non mentionnées) sont nécessaires pour développer des modèles des futurs possibles et souhaités. Parmi ces forces, nommons les innovations technologiques, les changements dans la demande, les compétences et aptitudes disponibles, la concurrence des nouveaux arrivants et des joueurs établis sur le marché, les réglementations et les régimes commerciaux changeants, d'autres bouleversements du marché, et les politiques et programmes gouvernementaux.
- La modélisation de systèmes dérivés de ce cadre de travail bénéficierait de la puissance du traitement informatique actuel et d'outils d'apprentissage machine et d'IA.

Par souci de clarté, cet article suggère un ensemble d'outils de prévision et ne prétend pas connaître la solution à la création de bons emplois stables et bien rémunérés pour l'avenir. La modélisation systémique fondée sur des scénarios (par exemple, pour 2030-2035) devrait se pencher sur le meilleur et le pire scénario, ainsi que sur des éventualités souhaitables. Ces scénarios devraient englober les avantages et inconvénients spécifiques au Canada (ou à tout autre pays) ainsi que sa place dans le monde. Ils devraient aussi déterminer les mesures proactives que devraient prendre les gouvernements, employeurs, éducateurs et citoyens pour faire de notre pays l'endroit que nous voulons.