

Nouvelles technologies : la robotisation progresse Un regard économique sur un phénomène mondial

De grandes firmes d'analyse et certains universitaires ont publié des études ces dernières années annonçant une véritable révolution. L'avancement de la technologie est tel que les robots sont en voie de chambouler la production manufacturière et la prestation de services. L'impression qu'ont laissée ces études et leur écho médiatique est la suivante : les humains n'ont qu'à bien se tenir puisque leurs tâches seront automatisées à court ou à moyen terme. Indéniablement, la nature de celles-ci est appelée à changer, mais la société des loisirs est-elle à portée de main pour autant? Toutes les études ne s'entendent pas sur l'ampleur des changements attendus. Toutefois, il y a convergence sur certains points : les transformations surviendront rapidement et à grande échelle tant dans le secteur manufacturier que dans celui des services. L'objectif de ce texte n'est pas de couvrir tous les aspects de la robotisation, mais de regarder de plus près ce qu'on en dit et de mettre la situation québécoise en perspective.

LES PROMESSES D'UNE RÉVOLUTION MANUFACTURIÈRE

Les études ne manquent pas de chiffres-chocs. Ainsi, le Boston Consulting Group (BCG¹) estimait qu'il y avait 1,4 million de robots industriels en opération dans le monde en 2015. Les expéditions annuelles étaient de 200 000 robots en 2014 et elles pourraient atteindre 500 000 en 2025, voire 700 000 selon leur scénario le plus audacieux. D'ici environ dix ans, la part des tâches effectuées par eux passerait d'une moyenne globale d'environ 10 % actuellement à 25 % dans le secteur manufacturier. On estime que leur adoption croissante pourrait réduire de 33 % les coûts du travail en Corée du Sud et de 18 % à 25 % en Chine, en Allemagne, aux États-Unis et au Japon par comparaison à une situation où rien ne serait entrepris pour automatiser davantage la production manufacturière.

Ce n'est pas d'hier que des opérations sont automatisées en usine, mais la cadence d'introduction des robots est appelée à s'accélérer à un point tel que BCG parle des présentes années comme d'un point d'inflexion. Selon eux, une conjonction de facteurs accélérera leur adoption. Si la tendance se maintient, les prix du matériel et des logiciels diminueraient de 20 % au cours de la prochaine décennie, la performance des robots continuerait de s'améliorer et la facilité de la programmation devrait s'accroître davantage, favorisant ainsi leur acquisition par les PME. On parle de plus en plus de robotisation avancée en raison des

possibilités qui sont désormais offertes grâce aux progrès technologiques. Par ailleurs, la rareté et le vieillissement de la main-d'œuvre dans les pays développés ainsi que la recherche de gains de productivité sont des conditions favorables à l'expansion de la robotique.

On imagine aisément que l'adoption des robots varie et variera d'un secteur à l'autre de même que d'un pays à l'autre. À l'heure actuelle, on observe une concentration dans quelques domaines d'activité, notamment ceux des ordinateurs et des produits électroniques, de l'équipement électrique, du matériel de transport (automobile, aérospatiale, etc.) et de la machinerie, où seraient concentrés environ les trois quarts des robots, selon BCG. La firme estime par ailleurs que 80 % de ceux qui sont vendus chaque année sont déployés en Chine, en Allemagne, au Japon, en Corée du Sud et aux États-Unis. Le coût étant généralement encore élevé, ils sont la plupart du temps la propriété de grandes compagnies.

On estime que ce sont les industries dont la main-d'œuvre représente la plus forte proportion des coûts de production qui seront les plus touchées. Celles dont les tâches sont répétitives sont les plus exposées, mais les secteurs qui ont déjà une longueur d'avance actuellement seront encore en tête en 2025 (tableau 1 à la page 2). En fait, BCG a classé le secteur manufacturier selon trois grands groupes en fonction de l'adoption éventuelle des robots industriels avancés. On retrouve en tête les quatre secteurs qui ont déjà bien entamé leur automatisation et qui garderont leur avance. Suivent ensuite ceux où leur arrivée se fera à moins

¹BCG, « How robots will redefine Competitiveness », septembre 2015.
<https://www.bcgperspectives.com/content/articles/lean-manufacturing-innovation-robots-redefine-competitiveness/>

Tableau 1 – Quatre secteurs domineront l'adoption de robots dits « avancés »

Secteurs	Justification et implications
Produits informatiques et électroniques Matériel, appareils et composants électriques Matériel de transport Machines	<ul style="list-style-type: none"> • Plus de 85 % des tâches de production dans l'industrie sont identifiées comme potentiellement automatisables. • Les salaires élevés de fabrication dans l'industrie conduiront à l'adoption dans la plupart des économies. • Atteindra près de la saturation à la fin des années 2020.
Produits en caoutchouc et en plastique Activités diverses de fabrication Produits du pétrole et du charbon Première transformation des métaux	<ul style="list-style-type: none"> • La pénétration limitée aujourd'hui; pourcentage élevé de tâches automatisées. • Les salaires de l'usine modérés. • Susceptibles d'être adoptés que dans les activités à hauts salaires à court terme; diminutions futures du coût de la robotique entraîneront l'adoption.
Produits chimiques Produits minéraux non métalliques Produits en bois Fabrication du papier Produits métalliques ouvrés Fabrication d'aliments Usines de produits textiles	<ul style="list-style-type: none"> • Les matériaux sont généralement mal adaptés à la manipulation par des robots; la technologie actuelle limite les robots à certaines tâches. • Les salaires de fabrication faibles. • L'adoption future exigera des solutions peu coûteuses ou des percées technologiques.

Sources : Organisation de coopération et de développement économiques et Boston Consulting Group

grande vitesse : il est question ici notamment des plastiques et du caoutchouc, du pétrole et des métaux primaires. Viennent ensuite d'autres domaines où les matériaux sont plus difficilement manipulables compte tenu des limites technologiques actuelles et ceux dont la part de la main-d'œuvre pèse moins sur les coûts de production que ceux qui sont déjà en mode de production robotisée.

UN APERÇU QUÉBÉCOIS

Au tournant des années 2000, l'achat de robots requérait des sommes colossales. Depuis, les prix ont diminué et à l'image de ce que l'on a observé ailleurs dans le monde, leur rapidité a augmenté, les applications se sont multipliées, leur précision s'est accrue et leur programmation est moins complexe qu'elle ne l'était. Au Québec, de grandes entreprises dans l'aérospatiale, la fabrication alimentaire et les plastiques notamment sont déjà familières avec ces outils de travail. Selon le Centre de Robotique et de Vision industrielles (CRVI), le Canada était en retard. À titre d'exemple, au début des années 2010, en Allemagne, on comptait 1 robot pour 505 habitants alors que ce rapport était de 1 pour 2 325 habitants au Canada. Au Québec, on observe que l'automatisation s'est davantage répandue dans les secteurs dont le volume de production est élevé.

Selon des calculs effectués par Statistique Canada et publiés dans le journal *Les Affaires* en 2015², les entreprises manufacturières québécoises sont moins automatisées que la moyenne canadienne et qu'en Ontario. Ce constat se base sur un ratio qui mesure « la valeur (en dollars de 2007) de la machinerie et de l'équipement mis à la disposition d'un employé pour une heure de travail ». Un ratio élevé est interprété comme un signe d'automatisation. Ainsi, en 2013, il était estimé à 13 900 \$ l'heure au Québec, à 14 700 \$ l'heure pour l'Ontario et à 15 500 \$ l'heure au Canada. Compte tenu des investissements gigantesques que nécessite l'exploitation pétrolière dans l'Ouest canadien (excluant les infrastructures), il est peu surprenant de constater que le Québec se classe en deçà de la moyenne canadienne.

Toutefois, pour la période de 1997 à 2013, on a observé que le Québec avait réduit son écart avec l'Ontario. Bien que ce constat soit intéressant, il résulte d'une croissance du ratio du capital investi par rapport aux heures travaillées de 1 % au Québec, mais d'une baisse de 3,7 % en Ontario...

² « Le Québec rattrape l'Ontario, mais se fait devancer par l'ensemble du Canada ». dans *Les Affaires*, Édition du 13 juin 2015.

POURQUOI INVESTIR DANS LA ROBOTIQUE?

Ceux qui font la promotion de la robotisation ne manquent pas d'arguments pour en vanter les mérites. On mentionne, entre autres, qu'ils demandent peu d'entretien et qu'ils effectuent sans sautes d'humeur des tâches répétitives, salissantes et dangereuses où le recrutement est parfois difficile. On fait valoir que les robots permettent d'accroître la productivité des entreprises et déplacent les travailleurs vers des emplois « à plus haute valeur ajoutée ». On estime également qu'ils permettent de sauver du temps dans des opérations comme la découpe et le meulage de pièces de grandes dimensions de même que pour l'ébavurage³. Ils permettraient aussi d'optimiser l'utilisation des matières premières et ainsi de réduire les déchets. On va jusqu'à évoquer les économies d'énergie possibles grâce à la précision de chacune des opérations et du fait que ces appareils ne nécessitent pas d'éclairage. Pour toutes ces raisons, on estime qu'ils engendrent des économies. De son côté, BCG fait valoir que le coût d'utilisation est inférieur à un humain. Il donne l'exemple d'un soudeur qui gagne environ 25 \$ US l'heure en moyenne en usine aux États-Unis alors que le coût estimé d'un robot qui effectue la même tâche est d'environ 8 \$ US l'heure une fois pris en compte l'installation, l'entretien, l'acquisition, le logiciel et les périphériques, le tout amorti sur cinq ans.

Le Québec n'est pas un champion de la productivité, c'est le constat auquel arrivent ceux qui tentent d'en prendre la mesure. Bien que tous les exercices de calculs n'arrivent pas au même résultat, le constat demeure le même : il faut faire davantage qu'à l'heure actuelle et l'automatisation est un des moyen d'augmenter la productivité.

Dans un autre ordre d'idées, le retard des entreprises manufacturières québécoises en automatisation les place dans une position de plus en plus précaire face à leurs compétiteurs canadiens et étrangers. Cela est d'autant plus important que le Canada a multiplié les ententes commerciales et de libre-échange avec d'autres nations au cours des dernières années. Par ailleurs, les grandes puissances manufacturières comme la Chine, les États-Unis, la Corée du Sud et l'Allemagne, pour ne nommer que celles-là, ont déjà sauté dans le train de la robotique. Selon les études du BCG, elles sont les plus grands acheteurs de robots à l'heure actuelle et le demeureront au moins d'ici la fin de la présente décennie.

Qu'est-ce qui peut expliquer le « retard » de l'industrie manufacturière québécoise? Il n'y a pas de réponse formelle. On évoque la plus grande part de PME au Québec. On l'a

³ Ébavurage : « En fabrication, la bavure désigne un surplus involontaire de matière souvent de faible épaisseur, comme si la matière avait été poussée. C'est inesthétique, peut être coupant et peut générer des problèmes lors d'opérations d'assemblage ultérieures ». Source : Wikipédia

signalé précédemment, l'introduction des robots s'est fait beaucoup plus rapidement auprès de la grande entreprise. Du côté de l'Association pour le développement de la recherche et de l'innovation du Québec (ADRIQ), on mentionne qu'il s'agit d'une question culturelle et que l'importance de l'automatisation ne fait l'objet d'une attention suffisante⁴.

Avant d'investir, il convient de faire un examen de l'environnement dans lequel évolue l'entreprise. Bien identifier les compétiteurs et connaître leurs procédés peut permettre de faire un choix plus éclairé si l'on souhaite se différencier, produire davantage qu'eux ou encore se battre avec les mêmes armes. Enfin, préparer la main-d'œuvre est essentiel à la réussite.

L'effet sur l'emploi reste à déterminer de façon claire. Ceux qui s'opposent à l'introduction des robots font valoir qu'ils réduisent le nombre de travailleurs en usine et qu'ils contribuent à hausser le chômage. Ceux qui souhaitent accélérer leur arrivée reconnaissent majoritairement que les emplois peu qualifiés, répétitifs, dangereux et qui sont difficiles à combler disparaissent peu à peu. Toutefois, à leurs yeux, ils permettent la création de postes plus complexes, exigeant plus de compétences et mieux rémunérés. Plusieurs estiment que la croissance générée par l'introduction de robots génère une activité telle qu'elle nécessite l'embauche de nouveaux travailleurs. Une étude réalisée en Suisse par Deloitte⁵ en 2015 concluait ceci : « Les emplois à faible risque d'être remplacés par l'automatisation ont augmenté considérablement au cours des 25 dernières années, alors que les emplois ayant un risque élevé ont enregistré une progression moins forte ou ont même diminué... Cependant, plus d'emplois ont été créés que perdus au cours des 25 dernières années ». Une enquête ne permet pas de conclure une fois pour toutes. Il serait intéressant de répéter l'exercice là où l'automatisation a fait le plus de progrès ces dernières années. Par ailleurs, la question de la main-d'œuvre demeure préoccupante dans un contexte de vieillissement de la population et de difficultés de recrutement.

PASSER DE L'IDÉE À L'ACTION

Au Québec, il ne manque pas de gens pour faire la promotion de l'automatisation. À titre d'exemple, le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) compte une équipe de spécialistes dédiés à l'automatisation industrielle qui accompagne les entreprises depuis des décennies. De son côté, le Centre de Robotique et de Vision industrielles (CRVI)

⁴ « L'automatisation, une question de survie », dans *Les Affaires*, Édition du 13 juin 2015.

⁵ Deloitte, « L'homme et la machine : les robots en pleine ascension? Les effets de l'automatisation sur le marché suisse du travail », 2015, 8 pages. <http://www2.deloitte.com/ch/fr/pages/innovation/articles/automation-report.html>

a pour mission de travailler à accroître la productivité des entreprises manufacturières. Par ailleurs, le Regroupement des équipementiers en automatisation industrielle (RÉAI) compte une centaine d'entreprises qui offrent des solutions québécoises en matière d'automatisation industrielle. À elles seules, ces firmes comptent environ 5 000 emplois et leur chiffre d'affaires est supérieur à un demi-milliard de dollars. Pour sa part, l'Association pour le développement de la recherche et de l'innovation du Québec (ADRIQ) soutient l'innovation technologique. Tout récemment, elle a ajouté un prix « innovation | automatisation » à son édition 2016 du Gala des Prix Innovation. C'est sans compter l'action des Manufacturiers et Exportateurs du Québec (MEQ). Ce ne sont-là que quelques illustrations des organismes et regroupements qui s'activent pour faire en sorte que la robotisation devienne une réalité ici.

L'idée de l'automatisation se transmet également par des événements qui sont organisés semaine après semaine, mois après mois⁶. À cela s'ajoute une formation sur l'automatisation en collaboration avec le Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation (MESI).

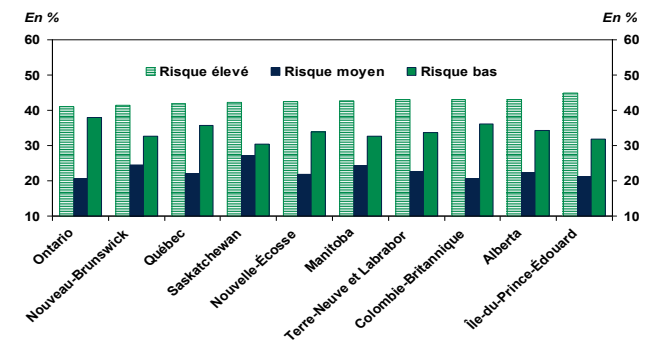
Enfin, le gouvernement du Québec entend consacrer 500 M\$ à l'innovation dans le secteur manufacturier dans le cadre du « Plan d'action stratégique 2016-2019 ». Les entreprises qui innovent, s'automatisent et qui favorisent l'essor de la technologie sont ciblées. On constate que le message est scandé sur bien des tribunes, par de nombreux interlocuteurs et sur tous les tons. Reste à savoir si les industriels lui donneront suite.

BIEN AU-DELÀ DU MANUFACTURIER

La robotisation n'est pas l'apanage du secteur manufacturier. Des études sur l'automatisation de l'ensemble de l'économie ont fait couler beaucoup d'encre ces dernières années. Au Canada, le Brookfield Institute for Innovation + Entrepreneurship⁷ estime que d'ici 10 à 20 ans, 42 % de la force de travail canadienne serait à haut risque (70 % et plus) d'être affectée par l'automatisation. En contrepartie, les chercheurs estimaient que 36 % serait à faible risque. On a procédé à un découpage par province (graphique 1). On remarque que la part des emplois à haut risque varie de 41,1 % en Ontario à 45,0 % à l'Île-du-Prince Édouard. Le pourcentage de ceux dont le risque est bas est plus important en Ontario (38,0 %) qu'ailleurs au pays. Le Québec est en

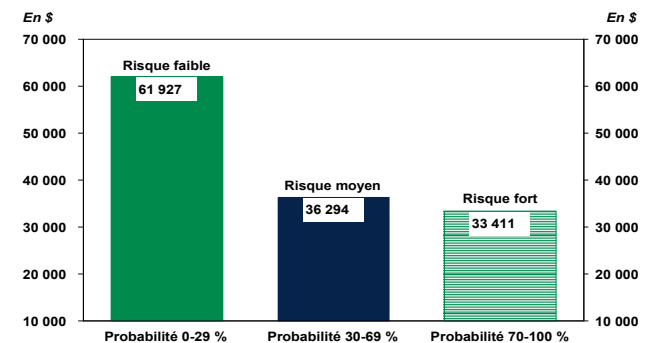
troisième position (à 35,7 %) après la Colombie-Britannique. Selon les estimations faites par les chercheurs de l'Institut, les occupations qui sont le plus à risque d'être automatisées ont un revenu moyen moins élevé (graphique 2).

Graphique 1 – Répartition de la main-d'œuvre selon le risque d'être affecté par l'automatisation



Source : Brookfield Institute for Innovation + Entrepreneurship

Graphique 2 – Canada : répartition du risque d'automatisation selon le revenu moyen



Source : Brookfield Institute for Innovation + Entrepreneurship

Le Brookfield Institute a poussé l'analyse jusqu'à identifier des emplois à haut risque en fonction des développements rapides de la technologie. En tête de palmarès, on mentionne les occupations suivantes : vendeur dans le commerce de détail, adjointe administrative, cuisinier et vendeur dans la restauration rapide et camionneur. L'étude mène à la conclusion que 42 % des activités de travail (qui reçoivent une rémunération) pourraient être automatisées en utilisant la technologie en vigueur actuellement. Il faut spécifier qu'il est question d'activités et non de postes.

⁶ Quelques exemples : Juin 2016 (Montréal) : Colloque Automatisation industrielle, Mai 2016, (Montréal) : Colloque Action automatisation, Novembre 2015 (Montréal) : Colloque Automatisation industrielle, Octobre 2015 (Québec) : Séminaire sur la compétitivité des entreprises : l'Automatisation avancée, Septembre 2015 (Magog) : Mardi de l'innovation : L'automatisation.

⁷ Brookfield Institute for Innovation + Entrepreneurship, « The Talented Mr. Robot, The impact of automation on Canada's workforce », June 2016, 48 pages.

Pour sa part, la firme McKinsey a publié un rapport de recherche en 2015⁸ dont l'analyse portait sur les tâches et non sur les occupations. Un de leurs constats était que très peu de postes seraient entièrement automatisés, mais que beaucoup d'entre eux seraient soumis à des transformations significatives. McKinsey estime qu'avec l'état actuel de la technologie, 45 % des activités de travail pour lesquelles les travailleurs américains sont rémunérés pourraient être automatisées. À la lumière de leurs travaux, moins d'une occupation sur cinq pourrait être entièrement automatisée.

Par ailleurs, les robots sont déjà bien présents dans différents secteurs des services. Le secteur financier compte déjà des robots-conseillers. Ceux-ci sont moins connus au Canada, mais ils jouissent d'une certaine popularité aux États-Unis. Des grandes organisations tels Charles Schwab ou le Vanguard Group les ont adoptés. On leur a confié la gestion de milliards d'actifs sous forme de fonds négociés. Le secteur du droit est aussi touché. En Colombie-Britannique on dispose désormais du « Civil Resolution Tribunal »⁹, qui est un site accessible sur Internet et qui se sert d'algorithmes afin de solutionner des différends entre particuliers. Initialement, la mission du CRT était de régler les mésententes entre copropriétaires de copropriétés; tout récemment, le mandat du CRT a été élargi. D'autres expériences de cet ordre sont en cours actuellement à travers le monde, notamment aux Pays-Bas et en Australie¹⁰. Dans la sphère privée, on retrouve désormais des « robots sociaux » capables d'interagir et d'entrer en contact avec les humains. Certains d'entre eux prennent une forme animale (chiens robots) ou humanoïde. Ils peuvent reconnaître des visages, rappeler des rendez-vous, lire des courriels, etc. Ces applications sont en plein développement, mais elles sont bien présentes, notamment au Japon.

LES ROBOTS, UNE PRÉSENCE À APPRIVOISER

Les développements des dernières années sont fulgurants et tout porte à croire que ce n'est pas fini. On parle désormais « d'intelligence robotique ». De l'appareil programmé pour effectuer une tâche (peinture, boulonnage, assemblage, etc.), on passe à une unité de travail polyvalente, capable de prendre des décisions en fonction des paramètres auxquels elle fait face. Ceux qui conçoivent ces outils développent également des approches pour en faciliter la programmation. Les développements technologiques abattent graduellement les frontières entre la machine et l'humain. Le potentiel d'applications est colossal et il dépasse de plus en plus les tâches routinières et prévisibles.

Pour le moment, on imagine la présence des robots plus aisément dans le secteur manufacturier. Toutefois, les fonctions qu'ils peuvent et pourront exercer dépassent largement ce champ d'activité. Dans un contexte de rareté et de vieillissement de la main-d'œuvre sur le marché du travail, la robotisation de certaines tâches risque de s'imposer. Jusqu'à quel point? Sur cet aspect, ce sont encore les humains qui décident.

En parallèle, le retard en termes de productivité dans la fabrication devra être comblé si les entreprises d'ici veulent continuer à desservir leur clientèle québécoise et canadienne et faire leur place sur les marchés internationaux. Peu importe le rôle qu'on entend faire jouer aux robots, on ne peut nier l'importance grandissante qu'ils prennent dans toutes les sphères d'activité. Il vaut mieux être à l'affût dès à présent pour savoir quelle utilité ils ont et qu'ils peuvent avoir, quelles sont leurs limites et la place qu'on entend leur faire prendre.

Joëlle Noreau
Économiste principale

⁸ Chui, M., Maniyka J., and Miremadi, M. « Four fundamentals of workplace automation », McKinsey, 2015.

⁹ <https://www.civilresolutionbc.ca/>

¹⁰ <http://www.abc.net.au/news/2016-07-06/robot-lawyers-dutch-conflict-resolution-technology-on-its-way/7572488>