

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU CANADA OÙ EN SOMMES-NOUS?



**CONSEIL DES TECHNOLOGIES DE
L'INFORMATION ET DES
COMMUNICATIONS**

AVRIL 2015

DOCUMENT DE SYNTHÈSE

L'intelligence artificielle (IA) permet aux machines ou aux logiciels intégrés de se comporter comme les êtres humains, et donc de percevoir, d'analyser des données, de raisonner, de parler, de prendre des décisions et d'agir. L'avènement de l'IA entraîne de nouvelles avancées technologiques et a un effet positif sur les opportunités économiques et professionnelles des humains, notamment en termes d'emploi.

Les technologies faisant appel à l'IA nous facilitent l'existence, comme, par exemple, la robotique industrielle, les assistants médicaux robotisés, les jeux intelligents, les logiciels de prévisions financières, les algorithmes de mégadonnées dans les domaines de la santé et de la bio-informatique, les avions-cargos sans pilote, les drones ambulances, les robots généralistes et bien d'autres. À l'échelle mondiale, l'impact économique de l'IA devrait être compris entre 7 100 et 13 100 milliards de dollars en 2025, selon McKinsey & Company (*Disruptive Technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy, May 2013*). Si l'IA progresse à pas de géant, une question clé demeure : le Canada est-il prêt à maîtriser les transformations qu'apporte l'IA dans un cadre de plus en plus mondialisé et concurrentiel? Le CTIC a mené une étude afin d'appréhender l'écosystème actuel de l'IA au Canada et d'appeler l'attention sur les actions susceptibles d'encourager son développement et son adoption.

Cette étude qualitative réalisée auprès des milieux industriel et académique indique que le Canada devrait mettre en place des mécanismes de financement consacrés à la R&D, encourager les programmes d'enseignement supérieur et faciliter l'immigration d'étudiants qualifiés. Il est important d'encourager la coopération entre industrie et milieu académique en soutenant des projets ciblés, et de protéger la propriété intellectuelle (PI) au Canada et les innovations des petites et moyennes entreprises. Notre consultation des diverses parties intéressées montre que la réduction des obstacles bureaucratiques en matière de crédit d'impôt, l'encouragement des jeunes entreprises et l'incitation des sociétés internationales de R&D à ouvrir des bureaux au Canada sont essentiels à l'expansion et à l'adoption de l'IA.

Afin de motiver l'accroissement du développement de l'IA au Canada, il est essentiel que des initiatives publiques et privées

SOMMES- NOUS PRÊTS?

Si l'IA progresse à pas de géant, une question clé demeure : le Canada est-il prêt à maîtriser les transformations qu'apporte l'IA dans un cadre de plus en plus mondialisé et concurrentiel? L'étude qualitative réalisée par le CTIC auprès des milieux industriel et académique indique que le Canada devrait mettre en place des mécanismes de financement consacrés à la R&D, encourager les programmes d'enseignement supérieur et faciliter l'immigration d'étudiants qualifiés. Il est important d'encourager la coopération entre industrie et milieu académique en soutenant des projets ciblés, et de protéger la propriété intellectuelle (PI) au Canada et les innovations des petites et moyennes entreprises.



proposent un accès aux capitaux et des possibilités de financement favorables, en particulier au profit des microentreprises et PME, augmentent l'apport qualitatif de talents dans l'IA par l'intermédiaire du système éducatif, fournissent des centres de connaissances permettant aux PME d'échanger les meilleures pratiques et assurent la promotion de [l'adoption de l'IA et des technologies numériques associées](#) au sein de la communauté des entreprises.

1. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'intelligence artificielle (aussi appelée intelligence informatique) est définie comme **“l'intelligence des machines et des logiciels”**¹. Elle s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle il est possible de décrire l'intelligence des êtres humains et, pour des machines ou des logiciels, de la simuler. Ces machines ou logiciels sont capables de raisonner, planifier, apprendre, percevoir et traiter les informations *comme*

L'hypothèse est qu'il est possible de décrire l'intelligence des êtres humains et, pour des machines ou des logiciels, de la simuler. Ces machines ou logiciels sont capables de raisonner, planifier, apprendre, percevoir et traiter les informations comme l'esprit humain et donc de faciliter l'existence des humains.

l'esprit humain et donc de **faciliter** l'existence des humains. Ils peuvent penser et agir à notre place, par exemple nettoyer, déplacer des objets, effectuer des diagnostics médicaux, dispenser des soins, écrire du code logiciel, établir les meilleures prévisions météorologiques, composer de la musique et jouer avec nous. L'intelligence artificielle est un champ d'étude interdisciplinaire réunissant l'informatique, les neurosciences, la psychologie, la linguistique et la philosophie.

La création de machines, robots et logiciels intelligents se trouve au cœur des explorations scientifiques et des inventions du secteur des TIC. Depuis 1950, la recherche et le développement en matière d'IA ont eu un impact sur de nombreux secteurs : **robotique, télécommunications, applications informatiques, santé, finance, industrie lourde, transports, aviation, industrie des services, cybercommerce, défense, musique** et enfin **jouets et jeux**. En réalité, de nombreux systèmes, idées et technologies ont été développés dans l'univers de l'IA, mais ne sont pas considérés comme des produits IA; on leur attribue plutôt des appellations spécifiques telles que l'infographie intelligente, l'apprentissage machine, le cybercommerce, etc. (il s'agit de “l'effet IA”)².

Dans les années 1970, l'IA a acquis au Canada le statut de champ de recherche et d'intérêt. Un groupe de chercheurs de l'Université de Montréal a ainsi développé, au début des années 1970, un programme d'apprentissage machine entièrement automatique traduisant les prévisions météorologiques à l'aéroport Dorval³. En 1982, l'*Institut canadien de recherches avancées* a commencé à se centrer sur l'IA et la robotique et a regroupé des chercheurs au Canada. Aujourd'hui, on trouve des cursus universitaires d'IA, d'informatique et de linguistique informatique dans l'ensemble du Canada. On constate une résurgence à l'échelle planétaire et de nouvelles applications industrielles constituent les composants technologiques révolutionnaires des économies numériques.

2. INFLUENCE SUR L'ÉCONOMIE NUMÉRIQUE

L'IA n'est pas un domaine en soi, il s'agit plutôt d'un mélange hétérogène de divers domaines de recherche. Il est dès lors difficile de décrire l'influence d'un domaine unique ou nettement défini sur l'économie. Néanmoins, les applications industrielles liées à l'IA sont à l'origine des technologies de

pointe qui transforment à un rythme effréné tous les aspects de notre vie. Au cours des prochaines décennies, les applications liées à l'IA remplaceront l'essentiel de la main-d'œuvre humaine dans les secteurs tels que les centres d'appels, l'assistance clientèle et le transport du fret aérien⁴. Les technologies IA facilitent les prévisions météorologiques par reconnaissance des modèles (données) de précipitations répétées, les tâches ennuyeuses et répétitives grâce à la robotique (nettoyage des sols, tonte du gazon, etc.), le transport de personnes et de marchandises à l'aide de véhicules sans pilote, l'envoi dans l'espace de navettes intelligentes autonomes, le développement de bras robotiques, la prédiction des cours boursiers, la sécurité domestique, l'aide aux personnes âgées et en situation de handicap par des serveurs robotisés, etc.⁵

Parmi les technologies liées à l'IA, certaines présentent une importance accrue en termes d'impact sur la société et, en particulier, l'économie numérique. Domaine hétérogène, l'IA influence notablement ***l'apprentissage machine, la robotique, les transports, la finance, la santé et la bio-informatique, le cybercommerce, les jeux, les mégadonnées et l'Internet des objets***. Il convient également de noter qu'il existe un recouvrement fonctionnel entre ces domaines; par exemple, l'apprentissage machine est utilisé en bio-informatique et les robots peuvent acquérir de nouvelles compétences afin de mieux dispenser les soins. Vous trouverez ci-dessous un résumé des technologies liées à l'IA se distinguant par leurs transformations sociétales et leur puissance économique.

Apprentissage machine : les machines peuvent apprendre à partir de données, effectuer des généralisations et décider d'agir de telle ou telle manière. On trouve ainsi des applications importantes telles que la perception machine, le traitement du langage naturel, les moteurs de recherche, la bio-informatique, l'interface cerveau-ordinateur, le jeu, la locomotion robotisée, la publicité, la finance informatisée, le suivi de santé, le classement ADN et la prise de décision en chimio-informatique. L'apprentissage machine peut avoir un impact positif sur la productivité et améliorer les systèmes d'information et analytiques. Dans ce but, l'*Alberta Innovates Center for Machine Learning*⁶ aide les sociétés de l'Alberta afin de les rendre plus compétitives par le biais de l'apprentissage machine.

Robotique : la robotique est l'un des domaines les plus influencés par l'IA. Dans l'industrie lourde, par exemple, des robots remplacent la main-d'œuvre humaine pour plus d'efficacité et de précision, en particulier dans les tâches répétitives et dangereuses, notamment la soudure, la

LES MACHINES SAVENT LE FAIRE!

Les machines peuvent apprendre à partir de données, effectuer des généralisations et décider d'agir de telle ou telle manière. On trouve ainsi des applications importantes telles que la perception machine, le traitement du langage naturel, les moteurs de recherche, la bio-informatique, l'interface cerveau-ordinateur, le jeu, la locomotion robotisée, la publicité, la finance informatisée, le suivi de santé, le classement ADN et la prise de décision en chimio-informatique.

peinture, l'assemblage, la manutention et la mise en place. Grâce aux techniques d'apprentissage machine, des robots plus intelligents/autonomes peuvent acquérir de nouvelles compétences ou s'adapter à un environnement évolutif/dynamique, et ainsi se déplacer, jouer au tennis, reconnaître et saisir des objets, etc. Des robots hautement autonomes sont utiles, par exemple, pour l'exploration spatiale et le nettoyage⁷.

Transports : l'intelligence artificielle peut par exemple s'appliquer au développement de véhicules automatisés et de systèmes d'aide à la conduite, de sécurité, d'évitement de collision et de transports publics. Compte tenu du problème que pose le transport individuel en termes de développement durable, tout développement en matière de transports publics intelligents sera crucial dans les prochaines décennies⁸. Selon les prévisions de l'*American Federal Aviation Administration*, quelque 40 % du fret aérien seront transportés par des aéronefs sans pilote d'ici quarante ans⁹.

Finance : les technologies IA ont prouvé qu'elles figuraient parmi les meilleurs outils en matière de prédiction des fluctuations des cours boursiers. Les prédictions de marché IA reposent sur des algorithmes prédictifs en évolution constante, et ces systèmes apprennent de nouveaux modèles et établissent des liens entre les données anciennes et nouvelles¹⁰. On estime que les technologies IA généreront des outils fonctionnels et plus précis à l'aide de modèles logiques de prise de décision non linéaire, et révolutionneront ainsi la bourse.

Informatique médicale : l'IA est utilisée dans la santé, en particulier en matière de traitement et d'analyse des données médicales, d'aide à la décision et de diagnostic médical. Un volume gigantesque de données de santé est recueilli et, après analyse adaptée par un logiciel intelligent, les données indiquent les traitements adaptés aux différents patients et si des médicaments de substitution sont utilisables¹¹. Les systèmes IA peuvent s'avérer plus performants que les médecins, mais n'ont pas pour but de les remplacer; ils peuvent intervenir aux côtés des médecins afin d'améliorer la qualité des soins¹².

Bio-informatique : la bio-informatique est un domaine interdisciplinaire associant statistiques, mathématiques et ingénierie afin d'organiser et analyser des données biologiques, en particulier en biologie moléculaire. L'IA facilite la découverte de modèles de données par application de l'apprentissage machine, des réseaux neuronaux artificiels et des algorithmes génétiques¹³. Par

L'IA offre les technologies et la méthodologie, et permet ainsi aux mégadonnées de fournir aux entreprises des informations précieuses aboutissant à une prise de décision efficace. Les machines intelligentes animées par un logiciel IA peuvent traiter des données passées et en dégager des schémas, à l'image du Watson d'IBM : cette machine a appliqué à 200 millions de pages de contenu structuré et non structuré une technologie spécifique de génération d'hypothèse, de recueil massif d'éléments, d'analyse et de notation.

exemple, le *projet génome humain* emploie des techniques bio-informatiques pour analyser des milliards de séquences de données.

Cybercommerce : les achats en ligne peuvent être facilités par des assistants virtuels développés à l'aide de technologies IA, et ces assistants sont capables de fournir les meilleurs conseils. Les achats issus de la recommandation et de la personnalisation d'un produit représentent une part importante du chiffre d'affaires (35 %) de sites marchands tels qu'Amazon¹⁴.

Infographie intelligente et jeux : l'intelligence artificielle est utile à l'infographie intelligente, à la modélisation de scène et aux processus de rendu de scène afin de générer, par exemple, des interactions homme-robot efficaces. D'autres techniques directement liées à l'IA sont également utilisées en infographie; il s'agit entre autres de l'apprentissage machine et des techniques de jeux de stratégie¹⁵. L'une des hypothèses sous-tendant les travaux IA en infographie intelligente est que "l'esprit peut être modélisé par l'association adéquate de machines fonctionnelles en interaction, ou modules"¹⁶. Selon *Microsoft Research*, les jeux vidéo peuvent ainsi devenir plus réalistes, les créatures virtuelles peuvent présenter des comportements intelligents et les environnements de jeu peuvent être d'une complexité réaliste. Les logiciels de jeu peuvent apprendre, rechercher et planifier, et ainsi offrir une meilleure expérience de jeu dans un univers intelligent¹⁷.

Mégadonnées : tous les domaines présentés plus haut emploient l'analyse de mégadonnées et les mégadonnées occupent une place cruciale dans l'univers des machines et logiciels intelligents. En d'autres termes, l'IA offre les technologies et la méthodologie, et permet ainsi aux mégadonnées de fournir aux entreprises des informations précieuses aboutissant à une prise de décision efficace. Les machines intelligentes animées par un logiciel IA peuvent traiter des données passées et en dégager des schémas, à l'image du *Watson d'IBM* : cette machine a appliqué à 200 millions de pages de contenu structuré et non structuré une technologie spécifique de génération d'hypothèse, de recueil massif d'éléments, d'analyse et de notation.¹⁸ Ceci permet à certains d'avancer que les mégadonnées constituent le socle d'une nouvelle IA¹⁹. La *Commission européenne* a ainsi émis en 2013 un certain nombre de suggestions de politiques d'envergure afin d'*accroître l'impact des technologies IA sur les mégadonnées*²⁰.

Internet des objets : l'Internet des objets n'est autre que le réseau de machines ou objets connectés via Internet. Ces objets connectés peuvent percevoir leur environnement interne et externe, communiquer entre eux, transmettre des données cruciales et prendre des décisions en vue d'agir ou de corriger leur environnement. Par exemple, des usines peuvent suivre et modifier automatiquement des processus de production, des hôpitaux peuvent surveiller et réguler l'état de santé de leurs patients, des écoles peuvent recueillir des données des bâtiments qui les composent et des voitures peuvent transmettre des données à leur constructeur. Selon *Gartner*, le marché de l'Internet des objets générera environ 1 900 milliards de dollars en 2020²¹. Si les machines peuvent recueillir des mégadonnées de leur environnement, leur capacité à *percevoir* ou *apprendre* de ces données dépend largement des principes d'apprentissage machine et des technologies IA : autrement dit, l'Internet des objets n'est rien sans les technologies IA²².

3. IMPACT ÉCONOMIQUE DE L'IA DANS LE MONDE

En 2013, McKinsey a estimé que les technologies perturbatrices étroitement liées à l'intelligence artificielle pourraient présenter en 2025 un impact économique potentiel compris entre 7 100 et 13 100 milliards de dollars (automatisation du travail reposant sur les connaissances, robotique avancée, véhicules autonomes ou quasi autonomes)²³. L'*International Federation of Robotics* a indiqué que les dépenses en robotique étaient de 7,4 milliards de dollars en 2000, 15,1 milliards en 2010 et devraient atteindre 66,9 milliards en 2025²⁴. Le marché mondial de systèmes robotiques médicaux devrait s'élever à 13,6 milliards de dollars en 2018, plus du double de sa valeur en 2011 (5,48 milliards de dollars)²⁵. Aux États-Unis, l'intégration de *systèmes aéronautiques sans pilote* aura un impact économique cumulé de 82 milliards de dollars entre 2015 et 2025, et le nombre total d'emplois créés s'élèvera à 104 000²⁶. La *Commission européenne* a publié une importante étude de cas et prédit que le marché de l'IA dépasserait 27 milliards d'euros en 2015 alors qu'il n'était que de 0,7 milliard en 2013²⁰. La tendance économique est nette et les technologies liées à l'IA tiennent une place cruciale dans la croissance. Il convient cependant de noter qu'il n'existe aucune information quant à l'impact de l'IA sur le PIB et l'emploi au Canada; en outre, économiquement, l'IA constitue un espace difficile à définir.

4. DÉFIS AU CANADA

Compte tenu de l'importance de l'IA dans l'industrie et de la croissance de l'économie numérique, le CTIC a tenu à approfondir son enquête sur l'écosystème de l'IA au Canada en intégrant le contexte industriel et éducatif. Le CTIC a ainsi mené une brève étude qualitative auprès de 11 membres des milieux industriel et académique afin de rassembler leurs impressions sur quelques points majeurs; leurs réponses ont été synthétisées ci-dessous :

i) Pour l'IA, quels sont les problèmes en termes de ressources humaines au Canada?

Les participants ont émis de sérieuses inquiétudes à propos du *manque d'étudiants diplômés et*

des politiques restrictives d'attribution de visas d'étudiants. En outre, *l'insuffisance de la demande de l'industrie en matière d'expertise en IA empêche de conserver au Canada des personnes hautement qualifiées*, qui sont attirées par la compétition de talents aux États-Unis. Malgré l'existence d'excellents cursus d'enseignement canadiens, la capacité de l'industrie est limitée.

En 2013, McKinsey a estimé que les technologies perturbatrices étroitement liées à l'intelligence artificielle pourraient présenter en 2025 un impact économique potentiel compris entre 7 100 et 13 100 milliards de dollars (automatisation du travail reposant sur les connaissances, robotique avancée, véhicules autonomes ou quasi autonomes).

ii) **Le financement de la recherche et du développement est-il suffisant au Canada?**

Les participants ont clairement répondu "Non" et émis des préoccupations au sujet de l'absence de financement de la recherche dans l'industrie. L'attribution de subventions à la R&D et même le crédit d'impôt sont assortis d'obstacles bureaucratiques. Certaines universités estiment insuffisant le financement de la recherche. On constate une tendance à la baisse, certaines universités délaissant la recherche en IA, notamment du fait de l'absence de capacité industrielle.

iii) **Quel est l'impact économique de l'IA au Canada? Comment l'IA influe-t-elle sur l'économie canadienne?**

Si l'impact de l'IA sur l'économie canadienne est difficile à évaluer, de nombreuses sociétés n'utilisent pas l'IA alors qu'elles le devraient, et beaucoup d'autres sociétés utilisent des technologies IA sans en avoir conscience, car elles ne sont pas étiquetées "technologies IA". De jeunes entreprises déménagent aux États-Unis en raison du manque de réceptivité des sociétés canadiennes. Des recherches universitaires de pointe à l'échelle mondiale menées au Canada sont accaparées par les États-Unis (par exemple, les réseaux neuronaux). L'IA devrait avoir un impact extraordinaire dans les pays développés reposant sur les ressources liées au savoir, mais l'impact au Canada devrait demeurer modéré en raison de la dépendance et de l'appui sur les ressources naturelles. L'IA influe indirectement sur la compétitivité de l'économie canadienne du fait de son intégration à diverses productions industrielles.

iv) **Si le Canada ne produit pas assez de technologies IA, quelles seront les conséquences? Quel est le ratio coût-avantages entre l'IA produite au Canada et l'IA importée?**

L'IA constitue un important facteur industriel et sera bientôt omniprésente; par conséquent, le

Canada devrait en retirer un avantage de compétitivité.

Le retour sur investissement est très élevé dans les domaines de l'IA et, au lieu de s'en procurer ailleurs, le Canada devrait produire des technologies IA et entrer dans la compétition du marché industriel mondial. Si les universitaires canadiens sont des chercheurs de classe mondiale, certains d'entre eux rejoignent des pays où la recherche et l'industrie en IA sont plus importantes, ce qui entraîne

Si le Canada ne tient pas compte de l'impact économique crucial de l'IA, ne finance pas des recherches et projets ciblés, ne facilite pas l'immigration d'étudiants qualifiés, ne lève pas les obstacles bureaucratiques au crédit d'impôt, ne crée pas d'environnement entrepreneurial, n'inspire pas les jeunes entreprises et ne protège pas la PI canadienne, comment pourra-t-il suivre le rythme des transformations liées à l'IA?

pour le Canada une perte de compétitivité. L'IA génère des produits à valeur ajoutée et contribue à l'économie basée sur la connaissance. À titre de résultat positif, les domaines de l'IA peuvent aider les Canadiens à échapper à la dépendance vis-à-vis du secteur des ressources.

v) **Que pourraient faire les autorités au profit de l'avenir de l'IA au Canada? Compte tenu des développements intervenant dans le monde entier (aussi bien pour les utilisateurs que pour les développeurs), quelles sont vos recommandations pour le Canada?**

Quatre catégories de recommandations se dégagent. Tout d'abord, les participants ont mentionné la mise en place d'un *financement* consacré à la R&D, l'encouragement de cursus universitaires spécialisés, le classement des sciences comme priorité nationale et une politique d'*immigration moins restrictive* pour les étudiants qualifiés. Ensuite, il est important d'encourager les universitaires à développer des technologies répondant aux besoins de l'industrie et de *financer des projets communs industrie-université*. Cependant, lorsque les autorités définissent des priorités pour l'industrie, le transfert de connaissances des laboratoires à l'industrie se ralentit. Au lieu d'apporter un soutien généralisé à l'IA, il serait plus productif de cibler des projets prometteurs. Troisièmement, les participants ont indiqué l'importance de la *protection de la PI canadienne* et des innovations des petites et moyennes entreprises. Il est également important d'*encourager les industries liées à l'IA à ouvrir des bureaux au Canada* afin d'intensifier la R&D (par exemple : Google, Yahoo, Microsoft, Amazon, etc.). Enfin, l'organisation de symposiums, de tables rondes et d'ateliers et l'établissement d'un centre d'excellence pourraient s'avérer fructueux pour l'ère de l'intelligence artificielle. Compte tenu de la taille et de la densité de population du pays, les *autorités devraient favoriser la synergie* et les communications entre Canadiens travaillant dans des domaines IA similaires.

5. CONCLUSION : APPEL À L'ACTION EN FAVEUR DE L'AVENIR DE L'IA AU CANADA

Les avantages économiques et sociaux d'un puissant secteur de l'IA sont immenses. Les technologies IA ont un impact majeur sur de nombreux domaines de l'économie numérique. L'impact économique cumulé de l'IA devrait, en 2025, être compris entre 7 100 et 13 100 milliards de dollars; la tendance est d'ores et déjà évidente, même si l'impact de l'IA sur le PIB et l'emploi au Canada reste à évaluer. Vis-à-vis de cet impact, le Canada doit établir des stratégies afin de suivre le rythme des transformations économiques liées à l'IA. Ces stratégies peuvent inclure des recherches et des financements ciblés, un élargissement de l'immigration des étudiants qualifiés, la suppression des obstacles bureaucratiques au crédit d'impôt, la création d'un environnement entrepreneurial, l'inspiration de jeunes entreprises et la protection de la PI canadienne.

S'il existe de nombreux catalyseurs au développement et à l'adoption de l'IA, les deux défis principaux d'une économie de l'IA forte sont le financement et les ressources en talents. Pour développer les technologies liées à l'IA et intensifier l'adoption de l'IA au Canada, il convient d'accroître les initiatives publiques et privées, en particulier l'accès aux capitaux des microentreprises et des PME, et d'introduire un financement favorable au développement et à l'adoption de l'IA; d'augmenter le potentiel d'acquisition des connaissances de l'industrie par le biais d'incitations financières; d'augmenter le réservoir de talents au Canada via le système éducatif, dès l'enseignement primaire; de fournir aux PME des centres de connaissances permettant d'échanger les meilleures pratiques; enfin, de promouvoir l'adoption de technologies numériques et IA par les entreprises. Le CTIC a lancé un [centre d'adoption du numérique](#) destiné aux PME, où les chefs d'entreprise découvrent les nouvelles technologies, explorent les possibilités de financement et partagent les meilleures pratiques. Le développement et l'adoption des technologies IA devraient faire l'objet d'une promotion similaire. Le CTIC invite l'industrie, le milieu académique et les décideurs politiques à agir afin de préparer l'avenir de l'écosystème IA au Canada.

CONSEIL DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DES COMMUNICATIONS

NOTES

- ¹ [Artificial intelligence, Wikipedia](#)
- ² [AI effect, Wikipedia](#)
- ³ [The Canadian Encyclopedia, Artificial Intelligence, Zenon W. Pylyshyn, 15, December, 2013](#)
- ⁴ [Artificial intelligence 'will take the place of humans within five years', The Telegraph, Rebecca Burn-Callander, 29 Aug 2013](#)
- ⁵ [10 Ways Artificial Intelligence Will Affect Our Lives, Discovery.com](#)
- ⁶ [Alberta Innovates Centre for Machine Learning](#)
- ⁷ [Autonomous robot, Wikipedia](#)
- ⁸ [AITS - Artificial Intelligence in Transportation Systems, EPIA 2013](#)
- ⁹ [Factsheet 1: Civil unmanned cargo aircraft, Platform Unmanned Cargo Aircraft](#)
- ¹⁰ [Artificial Intelligence: the Future of Stock Market Trading, Kscripts, December 2013](#)
- ¹¹ [Artificial Intelligence Is Now Telling Doctors How to Treat You, Daniela Hernandez, Kaiser Health News, 06.02.14, Wired](#)
- ¹² [How Artificial Intelligence Could Improve Health Care, Taylor Killough, January 25, 2014, Indiana Public Media](#)
- ¹³ [Artificial Intelligence Techniques for Bioinformatics, A. Narayanan , E. C. Keedwell , B. Olsson , A. Narayanan , E. C. Keedwell , B. Olsson, Cite Seer X](#)
- ¹⁴ [Transforming E-Commerce: The Introduction of Artificial Intelligence, Martin Rugfelt - November 19, 2013, Retail Info Systems News](#)
- ¹⁵ [Using Artificial Intelligence Techniques in Computer Graphics, Dimitri Plemenos, International Conference Graphicon 1999, Moscow, Russia](#)
- ¹⁶ [Artificial Intelligence in Computer Graphics: A Constructionist Approach, Kristinn R.Thórisson, Christopher Pennock, Thor List,John DiPirro, Communicative Machines Labs, February 2004](#)
- ¹⁷ [Video Games and Artificial Intelligence, Microsoft Research](#)
- ¹⁸ [Watson \(computer\), Wikipedia](#)
- ¹⁹ [Big Data is the new Artificial Intelligence, Robert X. Cringely, Beta News](#)
- ²⁰ [Big Data: Artificial Intelligence, Business Innovation Observator, European Union, September 2013](#)
- ²¹ [Gartner Says Personal Worlds and the Internet of Everything Are Colliding to Create New Markets, November 2013, Gartner.](#)
- ²² [IoT Won't Work Without Artificial Intelligence](#)
- ²³ [Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy, May 2013, McKinsey&Company](#)
- ²⁴ [The Rise of Robotics, Alison Sander and Meldon Wolfgang, August 27, 2014, BCG Perspectives](#)
- ²⁵ [5 areas in Robotics that will transform society and their economic impact, Colin Lewis, April 23, 2014, RobotEconomics](#)
- ²⁶ [The Economic Impact Of Unmanned Aircraft Systems Integration In The United States, AUVSI, March 2013](#)