

# L'IA et l'apprentissage machine dans la prise de décisions d'affaires complexes



## TROISIÈME PARTIE – LA PENSÉE SYSTÉMIQUE ET LE CADRE D'APPLICATION DE L'IA

Dans la **troisième partie** de cette publication en six volets de lecture d'une dizaine de minutes, nous présentons les points saillants du **colloque MMPA de 2020<sup>1</sup>** intitulé **L'IA et l'apprentissage machine dans la prise de décisions d'affaires complexes**, dans le but d'illustrer la polyvalence et l'omniprésence des nouvelles technologies numériques et de mettre en évidence les nouveaux profils de compétence des CPA et les nouvelles occasions qui se présentent à eux.

La **première partie** intitulée **D'Excel à l'IA : l'évolution de l'analytique** passe en revue l'**évolution de l'analytique** et la manière dont les CPA dont le travail est axé sur le secteur financier et le secteur de l'audit doivent adapter leurs compétences en matière d'analytique pour suivre le rythme de ce domaine en mutation rapide.

La **deuxième partie** intitulée **Les technologies au service de la résolution des problèmes** est une mise en garde contre le **piège de la transformation numérique** : perdre de vue la résolution des problèmes parce qu'on succombe à l'attrait des technologies. De quelle façon les CPA doivent-ils évaluer les technologies de l'IA et la création de valeur?

1 L'édition 2020 du colloque MMPA était organisée par le programme de maîtrise en gestion et en comptabilité professionnelle (Master of Management and Professional Accounting, ou MMPA) et la grappe de recherche BIGDataAIHUB de l'Institute for Management & Innovation (IMI) à l'Université de Toronto à Mississauga (UTM). Le programme MMPA comprend un programme d'études de MBA et un cursus de perfectionnement des compétences techniques et de leadership essentielles pour l'exercice de la profession de comptable.

La [troisième partie](#) présentée ci-après et intitulée **La pensée systémique et le cadre d'application de l'IA** traite de la **pensée systémique** – une faculté de réflexion critique pour les CPA – et d'un **cadre** d'application de l'IA et de l'apprentissage machine dans la prise de décisions d'affaires complexes.

La [quatrième partie](#) intitulée **Données et confiance** porte sur les **chaînes de valeur de la gestion des données**, la redéfinition des rôles des CPA et les mesures à prendre pour veiller à ce que les données et les systèmes d'IA soient utilisés de manière équitable, responsable et transparente.

La [cinquième partie](#) intitulée **Humains, machines et humachines** est centrée sur les **compétences humaines**. Elle présente l'intelligence augmentée appuyée par l'IA dans les entreprises émergentes, auxquelles on a attribué le nom de **humachines**, et le rôle que les compétences humaines et techniques des CPA peuvent jouer dans la commercialisation des entreprises d'IA en démarrage canadiennes.

La [sixième partie](#) intitulée **Passer à l'avantage IA** porte sur la manière dont l'IA confère aux entreprises un avantage et les mesures que les CPA peuvent prendre afin de se préparer pour l'avenir.

## TROISIÈME PARTIE – La pensée systémique et le cadre d'application de l'IA

### La pensée systémique – une forme de pensée critique

Les organisations doivent comprendre que les problèmes à résoudre ou les processus décisionnels à améliorer doivent être considérés comme des éléments faisant partie d'un **système**, et non de manière isolée. Dans cette partie, la conférencière [Nada Sanders](#) explique 1) la pensée systémique dans son application à la gestion de la chaîne d'approvisionnement, et 2) la manière de créer une chaîne d'approvisionnement intelligente.

C'est donc dire que l'optimisation des services ou des fonctions en vase clos ne fonctionne pas, explique Nada Sanders. Si un seul secteur est optimisé, mais qu'il n'est pas harmonisé avec les autres divisions de l'entreprise, l'adoption de technologies a peu de chances de réussir. L'IA doit être **intégrée**, et non traitée comme un « complément ». Les entreprises sont en meilleure posture avec moins de technologies ou avec des technologies plus anciennes intégrées qu'avec des technologies en vase clos, poursuit-elle. Prenons la chaîne d'approvisionnement comme exemple où la pensée systémique devrait s'appliquer.

La **pensée systémique** est la capacité de considérer une entreprise, une machine ou un sujet de manière globale, en faisant des liens entre différentes fonctions de manière à en favoriser l'intégration.

NADA SANDERS  
(SANDERS ET WOOD, 2020, p. 254)

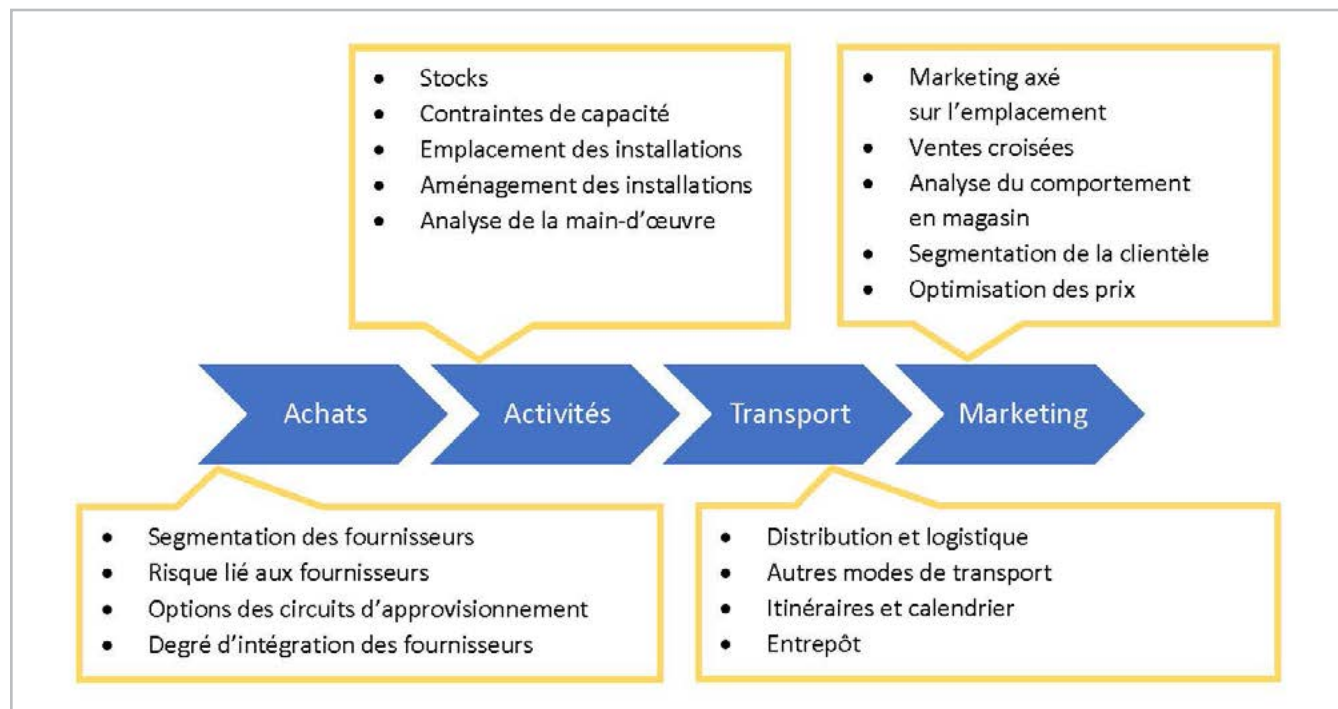
**Pour les CPA**, la pensée systémique est une faculté de réflexion critique, selon la nouvelle *Grille de compétences « la voie à suivre » (Grille 2.0)*. Quelles sont les interrelations des systèmes technologiques, organisationnels, réglementaires et sociaux? De quelle manière les organisations devraient-elles s'adapter et gérer les interdépendances, les interactions imprévisibles et les incertitudes?

« De plus amples informations à propos de la création de valeur, portant sur les actifs essentiels, notamment sur le capital humain, l'innovation, les données, les relations entre les inducteurs clés, les facteurs environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG), ainsi que sur les répercussions importantes, sont nécessaires pour qu'on puisse répondre aux exigences de toutes les principales parties prenantes de manière plus efficace et plus durable. »  
IFAC, 2020, p. 4

### **Les chaînes d'approvisionnement en tant que systèmes**

Les chaînes d'approvisionnement modernes sont des systèmes mis en action grâce aux données, aux analyses de données et aux technologies ([figure 3.1](#)). Toutefois, l'optimisation des fonctions individuelles sans une vue d'ensemble d'un bout à l'autre du système peut entraîner des goulots d'étranglement. À titre d'exemple, selon Nada Sanders, « le service du marketing peut proposer des produits personnalisés, mais si la division des opérations n'est pas en mesure de les produire, et la division de la logistique, de les livrer, la chaîne d'approvisionnement sera incapable de répondre aux changements, aux perturbations ou aux chocs qui se produisent au sein du système ».

**FIGURE 3.1 : APPLICATION DE L'ANALYTIQUE DANS TOUTES LES FONCTIONS DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT**



Source : Nada Sanders, conférencière

La pandémie de 2020 a été un choc pour de nombreuses chaînes d'approvisionnement, tant sur le plan de la demande que sur le plan de l'offre : les déplacements se sont effondrés; la demande de produits désinfectants a explosé. L'imposition du télétravail a fait augmenter la demande de produits électroniques nécessitant des puces informatiques, ce qui a ensuite entraîné une pénurie de puces pour les constructeurs automobiles (Handwerker, 2021) dont la demande avait d'abord diminué, au début de la pandémie. Aucune technologie d'IA n'était en mesure de prévoir ces changements à partir des données antérieures. La gestion des stocks – par exemple, la mise en rayon, d'une simplicité trompeuse – nécessitait un jugement humain. « Lorsque les données historiques sont insuffisantes pour prendre une décision, les êtres humains doivent être en mesure de passer outre les algorithmes », explique Nada Sanders. Par ailleurs, « les algorithmes intégrant le jugement humain sont absolument essentiels à la réussite de la gestion d'un système de chaîne d'approvisionnement, car les prédictions fondées sur l'IA reposent sur des données historiques ».

### **SURVIE EN CAS DE PANDÉMIE : LES ENTREPRISES DOIVENT AVOIR UNE BONNE COMPRÉHENSION DE LEUR CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT**

**La conférencière Nada Sanders recommande aux entreprises :**

- de repérer les clients très importants et les articles à marge élevée;
- de réduire la gamme de produits;
- d'avoir une bonne compréhension des risques auxquels leurs fournisseurs sont exposés (risques en amont) et de dresser la liste des fournisseurs de remplacement;
- d'avoir une bonne compréhension des risques liés aux ventes, à la logistique (risques en aval).

De plus, les décideurs doivent bien connaître leur système de chaîne d'approvisionnement et savoir s'il sera en mesure d'appuyer ou non une décision donnée. Voir le [cas d'utilisation : La chaîne d'approvisionnement est-elle en mesure d'appuyer une décision?](#)

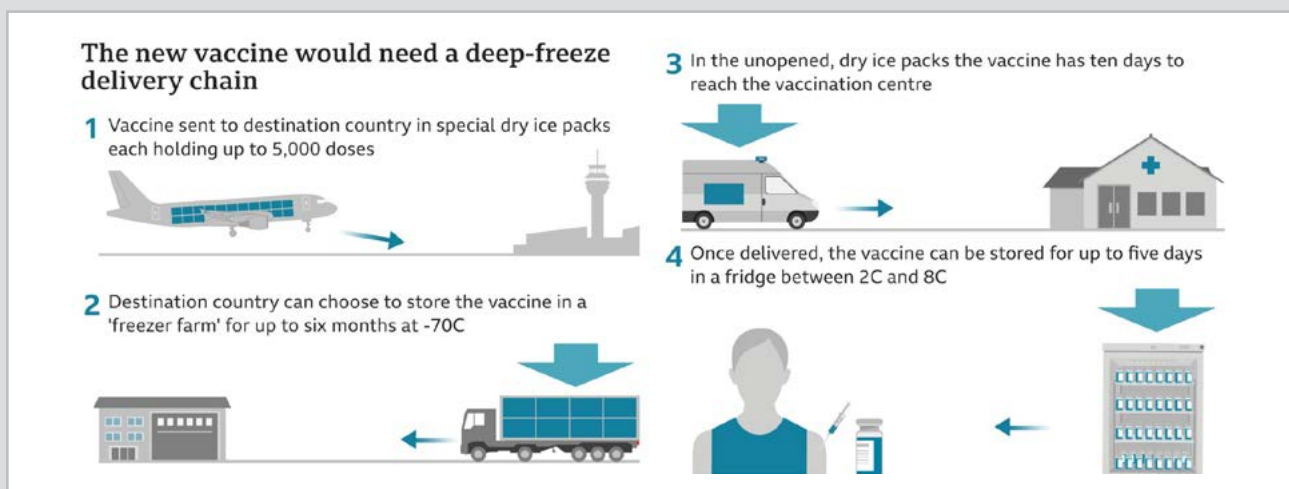
Au bout du compte, l'objectif consiste à disposer de chaînes d'approvisionnement intelligentes et adaptées. Une chaîne d'approvisionnement **adaptée** coordonne les actions, car les informations provenant de chaque « levier » – par exemple, les pénuries d'approvisionnement provenant du service des achats, les expéditions retardées provenant du service des transports ou les retards de production provenant du service des opérations) – sont transmises aux autres leviers du système.

### CAS D'UTILISATION : La chaîne d'approvisionnement est-elle en mesure d'appuyer une décision?

(Michael Lionais et Nada Sanders)

Le vaccin de **Pfizer-BioNTech** contre la COVID-19 a été le premier vaccin disponible au Canada. Pour maintenir la qualité et l'efficacité du vaccin, il faut entreposer celui-ci à une température extrêmement froide pendant le transport (-70 °C), alors que la température normale d'un congélateur domestique est de -18 °C. Une fois décongelé, le vaccin a une durée de conservation limitée à cinq jours au réfrigérateur (ministère de la Santé de l'Ontario, 2021). Malgré l'urgence de vacciner les populations vulnérables, ce vaccin serait un mauvais choix par rapport au vaccin Moderna, qui peut être entreposé dans un réfrigérateur pour les communautés rurales isolées du nord du Canada qui ne disposent pas d'un accès routier en toute saison ni de congélateurs ultrafroids

« Le commun des mortels n'a aucune idée de ce que [le vaccin de Pfizer] représente sur le plan de la logistique et des opérations de la chaîne d'approvisionnement, ajoute Nada Sanders. Les défis liés à l'exigence de deux doses, en plus des complications liées au maintien de la chaîne de froid – une chaîne d'approvisionnement à température contrôlée –, sont immenses. »



Source : Kleinman, BBC News, 2020 [Illustration modifiée]

Légende : Image montrant les quatre étapes du processus de la chaîne de livraison pour conserver le nouveau vaccin en surgélation.

En d'autres termes, la **visibilité des informations** en temps opportun est importante pour les parties prenantes et les organes décisionnels tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Selon Nada Sanders, de nombreux dirigeants et directeurs de chaînes d'approvisionnement sont « inondés de données, mais manquent d'informations » sur la performance de leur chaîne d'approvisionnement.

Nada Sanders explique qu'une chaîne d'approvisionnement intelligente ([figure 3.2](#)) est en mesure de détecter, d'analyser, de prédire les changements apportés à son contexte opérationnel et d'y répondre. « Ce qui signifie que la chaîne d'approvisionnement utilise des technologies, des structures organisationnelles et des compétences pour recueillir des données, les convertir en informations, les analyser et s'y adapter de manière beaucoup plus rapide, précise et exacte que les chaînes d'approvisionnement conventionnelles. » (Sanders et Swink, 2019, p.32)

**FIGURE 3.2 : LE CONCEPT D'UNE CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT INTELLIGENTE**



Source : Nada Sanders, conférencière

Au-delà de la synthèse et du classement des données, l'**intelligence** de la chaîne d'approvisionnement provient des informations tirées de l'analyse utilisée dans le but « [...] d'établir le diagnostic des situations et des événements à l'aide d'algorithmes visant à prédire les possibles résultats et les évaluations des risques et à prescrire des plans d'action avec de possibles solutions de remplacement ». (Sanders et Swink, 2019, p. 33)

En somme, ces actions rendent la chaîne d'approvisionnement sensible aux changements et aux perturbations.

Toutefois, les chaînes d'approvisionnement intelligentes sont une réalité limitée car, selon Nada Sanders, «la plupart des entreprises n'en sont même pas au stade de disposer en temps réel de données nettoyées».

Nos chaînes d'approvisionnement sont vulnérables et elles peuvent être perturbées. Bon nombre de personnes les ont tenues pour acquises et elles étaient invisibles. Elles sont désormais très visibles, et nombre de leurs aspects font l'objet d'une analyse minutieuse. Ce qui est une bonne chose. Comment pouvons-nous renforcer les chaînes d'approvisionnement?

IRENE WIECEK, PRÉSIDENTE, COLLOQUE MMPA DE 2020

## Utiliser l'IA dans la prise de décisions d'affaires complexes

**Quelle qu'en soit l'envergure**, chaque entreprise de chaque secteur d'activité utilisera une forme d'analyse fondée sur l'IA.

«Si votre entreprise fabrique, déplace ou consomme des choses, ou travaille avec des clients, vous disposez de quantités croissantes de données à propos de ces activités. Chaque appareil, chaque expédition et chaque consommateur laisse une trace.» Votre entreprise peut analyser ces ensembles de données pour les consommateurs ou les marchés ou intégrer l'analytique dans le but d'optimiser les décisions d'affaires.

THOMAS DAVENPORT, 2013

À partir de travaux à des fins de transformation des systèmes d'un immense établissement hospitalier dans un objectif de gestion de sa ressource la plus rare - les lits d'hospitalisation -, **Retsef Levi** a élaboré un cadre général afin d'améliorer un paramètre commercial, un flux de travail ou un processus décisionnel (voir la [figure 3.3](#)) en appliquant les lectures analytiques et l'IA.

La façon traditionnelle de réfléchir à l'analytique et à l'IA consiste à commencer par les données et à aborder le sujet des prédictions à l'aide des technologies, indique **Retsef Levi**. Selon lui, il faut plutôt **commencer par mettre l'accent** sur l'amélioration d'un indicateur, d'un flux de travail ou d'un processus décisionnel. (Voir dans la [deuxième partie, à la rubrique intitulée Commencez par le problème, et non par les technologies.](#))

### Impliquer les gens dès le début

Ensuite, il est important d'impliquer les personnes, les organes décisionnels, les opérateurs spécialisés associés au processus ou au flux de travail dès le début, car les défis techniques sont loin d'être aussi difficiles que les défis organisationnels, prévient Retsef Levi. Le recours aux technologies à des fins d'amélioration d'un processus, d'un flux de travail ou d'un indicateur nécessitera également :

- des ingénieurs de données qui bâtiront les infrastructures;
- des experts en science des données qui interpréteront celles-ci et formeront les algorithmes;
- des personnes capables de traduire les produits de données et de les répartir dans les flux de travail.

Par ailleurs, les **interprètes** – c'est-à-dire des personnes qui parlent le langage de l'entreprise et le langage des données – devront jouer l'un des rôles les plus importants. Il sera très difficile pour les organisations qui ne disposent pas de ces fonctions d'aller de l'avant et de devenir des organisations axées sur les données.

Pour tout complément d'information sur la façon dont les CPA peuvent remplir ces rôles, voir dans la [quatrième partie](#) la rubrique intitulée **Les chaînes de valeur de la gestion des données et la redéfinition des rôles des CPA**.

### Comprendre les données

Une fois que l'organisation a centré son attention sur le problème à résoudre, elle doit comprendre les données qu'elle recueille.

**Les processus systémiques.** La plupart des données proviennent des résultats des processus systémiques déjà en place. (Voir la **partie gauche** de la [figure 3.3](#).) Sans une bonne compréhension des processus systémiques qui permettent de produire les données, que celles-ci soient achetées ou produites en interne, l'entreprise ne sera pas en mesure de comprendre les données.

Les CPA devront peut-être commencer à auditer les algorithmes et les ensembles de données à mesure que les entreprises adopteront des systèmes d'IA.

CPA ONTARIO, 2019, p. 17

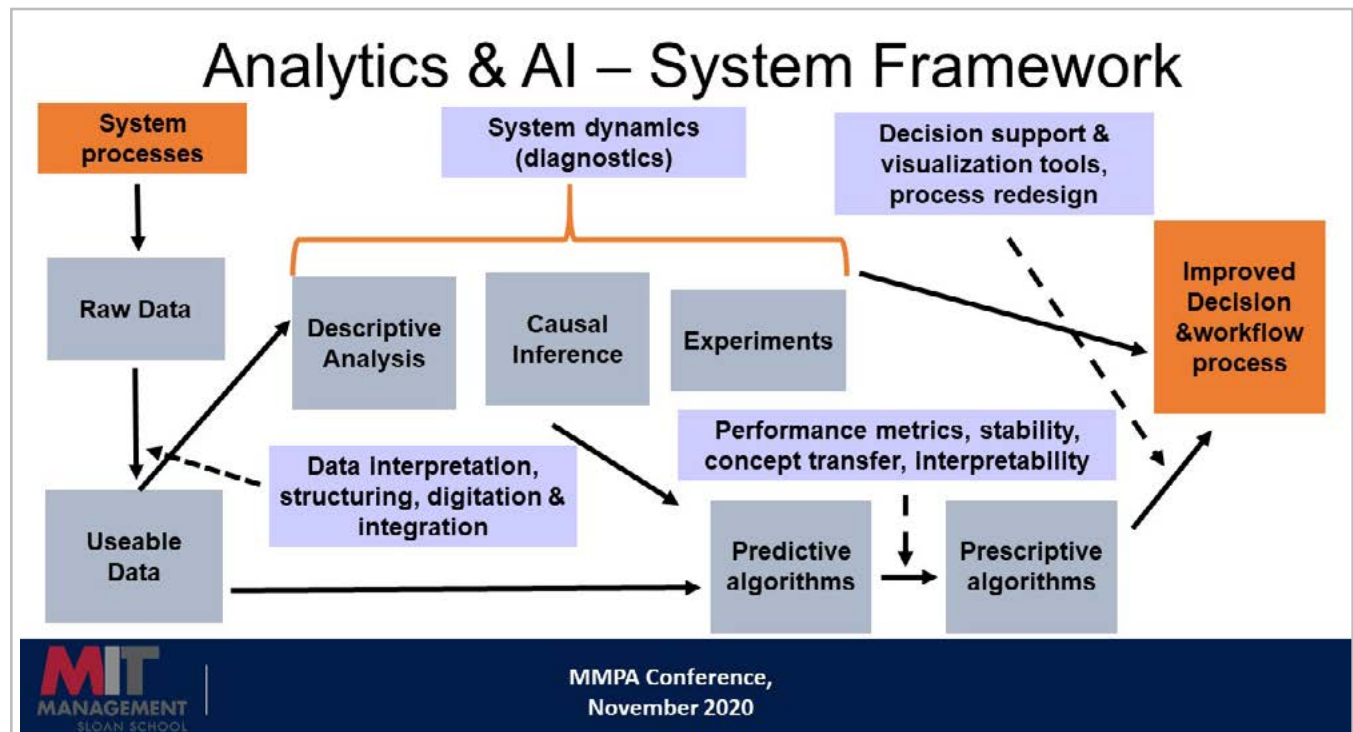
**Les données brutes.** Pour la plupart des entreprises, les données brutes ne sont pas utilisables. L'interprétation, la structuration, la numérisation et l'intégration des données exigent des efforts et des investissements considérables.

**Le diagnostic du système.** Avant de pouvoir former des algorithmes prédictifs, l'entreprise doit procéder au diagnostic du système (voir la **partie centrale supérieure** de la [figure 3.3](#)), c'est-à-dire décrire le système, comprendre les mécanismes de causalité et mener des expériences. « Les informations tirées d'une meilleure compréhension du système peuvent améliorer les décisions de l'entreprise », affirme Retsef Levi.



**Les données utilisables.** Ce n'est que lorsque l'entreprise dispose de données utilisables et comprend bien son système qu'elle peut envisager de former, d'une part, des **algorithmes prédictifs** pour pouvoir prédire les résultats et, d'autre part, des **algorithmes prescriptifs** pour pouvoir obtenir les résultats prédits et attendus. (Voir la partie **centrale inférieure** de la [figure 3.3](#)).

FIGURE 3.3 : CADRE SYSTÉMIQUE EN MATIÈRE D'ANALYTIQUE ET D'IA



Source : Retsef Levi, conférencier, MIT Sloan School of Management

### Amélioration des processus

En dernier lieu, la répartition et l'intégration de ces algorithmes dans les flux de travail humain occasionnent des défis supplémentaires. (Voir la **partie droite** de la [figure 3.3](#)).

Dans un projet type – à partir des données brutes jusqu'à l'amélioration des décisions ou des flux de travail –, Retsef Levi précise qu'une entreprise passera :

- entre six et douze mois à collecter des données (à partir de processus systémiques détenus ou achetés), à rendre les données utilisables (voir la **partie gauche** de la [figure 3.3](#)) et à poser les diagnostics;
- environ de trois à six mois à créer les algorithmes (voir la partie **centrale inférieure** de la [figure 3.3](#));
- environ un ou deux ans à répartir et à intégrer les algorithmes prédictifs dans les flux de travail (voir la **partie droite** de la [figure 3.3](#)).

## LEÇONS À RETENIR

La plupart des entreprises planifient le développement ou l'application de l'IA. Retsef Levi souligne que ce que les entreprises négligent ou ne comprennent pas, c'est le fait qu'elles doivent accorder davantage d'attention à la première et à la dernière phase, car les véritables défis surgissent au début (rendre les données utilisables) et à la fin (intégrer les technologies, les personnes et les processus).

La partie qui suit, soit la [quatrième partie](#) de cette publication en six volets, porte sur les **chaînes de valeur de la gestion des données**, la redéfinition des rôles des CPA et les mesures à prendre pour veiller à ce que les données et les systèmes d'IA soient utilisés de manière équitable, responsable et transparente.

« En ce qui a trait à l'amélioration des processus [...] on constate un important déficit de compétences en matière de gestion des mégadonnées (35 %), et ce domaine se classe presque en tête lorsqu'il est question de compétences en matière de gestion des mégadonnées que les **employeurs du secteur des finances** recherchent, mais ne comptent pas encore dans leurs rangs. »

« La valeur des mégadonnées est proportionnelle aux résultats auxquels elles conduisent, et la capacité de réorganiser les processus à la lumière de l'analyse de données peut avoir des incidences des plus importantes sur l'organisation. »

ROBERT HALF CANADA INC., 2017

## Références

- CPA Ontario. (2019). [Evolving Alongside Artificial Intelligence \[PDF\]](#) [Thought Leadership Series]. CPA Ontario.
- Davenport, T. H. (Décembre 2013). [Analytics 3.0](#), *Harvard Business Review* [en ligne].
- Handwerker, C. (11 mars 2021). [A Global Computer Chip Shortage Shows Danger of U.S. Production Trends: A small and shrinking number of the world's computer chips are made in the U.S.](#), *Scientific American* [en ligne].
- International Federation of Accountants (IFAC). (2020). [The CFO and Finance Function Role in Value Creation \[PDF\]](#). IFAC.
- Kleinman, Z. (8 décembre 2020). [How will we keep the Covid vaccine at a cold enough temperature?](#), *BBC News* [en ligne].
- Ministère de la Santé de l'Ontario. (1<sup>er</sup> février 2021). [COVID-19 : Guide sur l'entreposage et la manipulation des vaccins - vaccins Pfizer-BioNTech et Moderna contre la COVID-19 \(version 2.0\) \[PDF\]](#). Le ministère. [Remarque : le lien mène à la version en ligne actualisée.].
- Robert Half Canada Inc. (10 janvier 2017). [Increase Your Worth With These 6 Big Data Skills](#) [Blogue], *Robert Half Talent Solutions* [site Web].
- Sanders, N. et Swink, M. (Janvier 2019). [Digital Supply Chain Transformation: Visualizing the Possibilities](#), *Supply Chain Management Review* [en ligne], v. 23 (1), pages 30 à 41.
- Sanders, N. et Wood, J. (2020). *The Humachine: Humankind, Machines, and the Future of Enterprise*. New York : Routledge (Taylor & Francis).

## PERSONNES-RESSOURCES

### Michael Wong

Directeur de projets,  
Recherche, orientation et soutien  
Courriel : [michaelwong@cpacanada.ca](mailto:michaelwong@cpacanada.ca)

### Davinder Valeri

Directrice Directrice de projets,  
Recherche, orientation et soutien  
Courriel : [dvaleri@cpacanada.ca](mailto:dvaleri@cpacanada.ca)

Comptables professionnels agréés du Canada

## DÉNI DE RESPONSABILITÉ

La présente publication, préparée par Comptables professionnels agréés du Canada (CPA Canada), fournit des indications ne faisant pas autorité.

CPA Canada et les auteurs déclinent toute responsabilité ou obligation pouvant découler, directement ou indirectement, de l'utilisation de cette publication.

Tous droits réservés. La présente publication est protégée par des droits d'auteur et ne peut être reproduite, stockée dans un système de recherche documentaire ou transmise de quelque manière que ce soit (électroniquement, mécaniquement, par photocopie, enregistrement ou toute autre méthode) sans autorisation écrite préalable.

Pour toute question relative à cette autorisation, veuillez écrire à [permissions@cpacanada.ca](mailto:permissions@cpacanada.ca).

© 2021 Comptables professionnels agréés du Canada