

Technologie des registres distribués / chaîne de blocs : Perspectives



AVERTISSEMENT

Le présent document, publié par Comptables professionnels agréés du Canada (CPA Canada), fournit des indications ne faisant pas autorité. Les opinions et points de vue exprimés dans ce document sont ceux des auteurs et ne représentent pas nécessairement ceux de CPA Canada.

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

© 2019 Comptables professionnels agréés du Canada

CPA Canada a obtenu des auteurs l'autorisation d'utiliser, de reproduire, de distribuer et/ou de diffuser ce document à des fins d'amélioration de l'enseignement dispensé à tous les CPA, ce qui comprend l'autorisation selon laquelle des tiers peuvent reproduire des portions du document original.

Pour obtenir des renseignements concernant l'obtention de cette autorisation, veuillez écrire à permissions@cpacanada.ca.

Avant-propos

Les registres distribués et la chaîne de blocs constituent des technologies puissantes et stimulantes dans les domaines des affaires et de la comptabilité. Puissantes, en raison du potentiel qu'elles renferment pour la création de nouveaux modèles sociaux et économiques, tout comme les nouveaux modèles d'affaires issus de l'avènement d'Internet; stimulantes, en raison de leur complexité et du peu de compréhension que nous en avons.

Afin de dissiper le mystère entourant ces technologies et de mettre en relief leur puissance, CPA Canada a le plaisir de présenter cette publication sur la Conférence sur la technologie des registres distribués / chaîne de blocs – Technologie, gouvernance et innovation sociale (*Distributed Ledger Technology/Blockchain: Technology, Governance, and Social Innovation*), en collaboration avec une importante partie prenante du milieu universitaire, soit la maîtrise en gestion et comptabilité professionnelle (MMPA) offerte par l'Institute for Management and Innovation de l'Université de Toronto.

Les comptes rendus de conférence réunis dans le présent document complètent les indications existantes de CPA Canada sur les cryptomonnaies et la chaîne de blocs¹. À titre de documents de réflexion, ils présentent les *possibilités, limites et perturbations* qui vont de pair avec les technologies, et font découvrir au lecteur de nouvelles façons de s'engager dans cette voie.

Dans ce volume :

- des chefs de file en **technologie** commencent par nous présenter les notions élémentaires concernant la chaîne de blocs, les cryptomonnaies et les registres distribués, puis nous font découvrir des cas concrets d'utilisation des chaînes de blocs et des contrats intelligents;
- des chefs de file en **gouvernance** nous présentent les tensions et la collaboration entre les innovateurs, les autorités de réglementation et les autorités fiscales;
- des chefs de file en **innovation sociale** nous font découvrir une tout autre dimension : l'utilisation de la chaîne de blocs dans l'information sur le développement durable, un domaine dans lequel les comptables ont joué un rôle clé².

1 Voir CPA Canada, *Points de vue de CPA sur la chaîne de blocs* (<https://www.cpacanada.ca/fr/chaine-blocs>).

2 Voir CPA Canada, *Durabilité, environnement et responsabilité sociale* (www.cpacanada.ca/fr/ressources-en-comptabilite-et-en-affaires/information-financiere-et-non-financiere/durabilite-environnement-et-responsabilite-sociale).

Là où il y a des registres, les comptables ne sont jamais très loin. La détection de la fraude, la vérification de la propriété dans le cadre de transactions et les règles décisionnelles incorporées dans les contrats intelligents sont quelques-uns des nombreux aspects qui pourraient bénéficier de la formation traditionnelle des comptables, de leur jugement et de leur esprit critique. Nous découvrons que les contrats intelligents – qui allient notamment droit contractuel, code informatique et éthique – exigent une approche interdisciplinaire et ont le potentiel de permettre l'automatisation de nombreux éléments des transactions commerciales.

Cette conférence a permis l'échange de points de vue intersectoriels et a illustré en quoi les frontières des diverses « disciplines » peuvent être floues. Il s'agit d'un complément opportun au rapport *La voie à suivre*³, lequel présente ce qui est ressorti de l'exercice de réflexion mené par CPA Canada sur l'avenir de la profession, une consultation, menée auprès de multiples parties prenantes, qui visait à déterminer en quoi les inducteurs de changement influenceront sur l'avenir de la profession comptable. En réponse aux changements exponentiels dont nous sommes témoins, *La voie à suivre* fait valoir que nous pouvons laisser l'innovation survenir autour de nous, ou être suffisamment agiles pour en faire partie intégrante. Nous pouvons acquérir de nouvelles habiletés et compétences allant au-delà de celles que nous possédons traditionnellement, ou nous retrouver à la traîne. Nous pouvons faire preuve d'adaptabilité ou perdre de notre pertinence. Tout cela, nous devons le faire en demeurant les fiduciaires de la confiance du public et en plaçant l'éthique au premier plan de notre exploration de ces nouvelles technologies.

Ce recueil démontre que, bien que tout un chacun puisse avoir un intérêt dans la chaîne de blocs – et pas seulement les spécialistes de la technologie –, notre inclusion au processus n'est pas acquise et nous devons saisir notre chance de façon proactive. Cette publication permettra aux professionnels comptables, aux dirigeants d'entreprise, aux spécialistes de la technologie, aux avocats, aux enseignants et à d'autres encore d'en apprendre davantage sur les possibilités de collaboration et sur les nouveaux domaines de formation universitaire qui permettront à une variété de disciplines d'élaborer de nouveaux modèles de création de valeur dans ce nouveau monde.

Au nom de CPA Canada, nous vous invitons à lire ce document et à prendre part à la discussion.

Michael Wong, CPA, CA

Directeur de projets
Recherche, orientation et soutien
277, rue Wellington Ouest
Toronto (Ontario) M5V 3H2
michaelwong@cpacanada.ca

Davinder Valeri, CPA, CA

Directrice
Recherche, orientation et soutien
277, rue Wellington Ouest
Toronto (Ontario) M5V 3H2
dvaleri@cpacanada.ca

3 Voir CPA Canada, *Voir demain – La voie à suivre : De l'observation à l'action* (www.cpacanada.ca/foresight-report/fr/index.html, 2019).

Table des matières

Avant-propos	iii
Technologie des registres distribués / chaîne de blocs : Technologie, gouvernance et innovation sociale - Introduction	1
Le pilier de la technologie	2
Le pilier de la gouvernance	3
Le pilier de l'innovation sociale	6
PILIER DE LA TECHNOLOGIE	
Discours liminaire : Technologie de la chaîne de blocs - Passé, présent, avenir	8
Introduction	8
Différences entre la chaîne de blocs et le système financier traditionnel	8
Fonctionnement d'une chaîne de blocs	9
Principaux freins à l'adoption de la TRD par les sociétés	14
Perspectives	15
Les défis de l'ère de la cryptodécentralisation : Que faut-il faire à présent?	21
Introduction	21
Bitcoin : un registre distribué	22
Ethereum : une plateforme informatique distribuée	24
Les principaux défis à venir	26

Introduction à la chaîne de blocs d'IBM pour les entreprises	29
Contexte	29
Réseaux d'entreprises avant et après la chaîne de blocs	30
Exemples concrets	33
PILIER DE LA GOUVERNANCE	
Rampe de lancement de la CVMO et innovation	38
Introduction – Qu'est-ce que la rampe de lancement de la CVMO?	38
Engagement et protection des investisseurs	39
Aider les innovateurs à comprendre la réglementation	40
Moderniser la réglementation	41
Comptabilité et audit dans le monde de la chaîne de blocs : Territoire inexploré pour la réglementation de l'audit	43
Introduction	43
L'audit basé sur la chaîne de blocs : Une réalité, une illusion ou quelque part entre les deux?	43
Cryptomonnaies – Une nouvelle frontière	44
Humains et machines : L'audit conjoint	47
Cryptomonnaies et applications possibles de la chaîne de blocs : Introduction aux enjeux fiscaux	49
Les indications sont loin derrière	49
Déterminer le traitement fiscal peut s'avérer compliqué	51
Utiliser la chaîne de blocs pour l'observation fiscale	53
PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE	
Innovation sociale et chaîne de blocs	54
Qu'est-ce que l'innovation sociale?	54
Arrive la chaîne de blocs	55
En faire plus	59

La chaîne de blocs comme outil de promotion du développement durable	61
Introduction	61
Chaîne de blocs et durabilité	62
À propos des auteurs, des conférenciers et des animateurs	67
Pilier de la technologie	67
Pilier de la gouvernance	69
Pilier de l'innovation sociale	71
Animateurs des tables rondes et organisateurs de la conférence	73

Technologie des registres distribués / chaîne de blocs : Technologie, gouvernance et innovation sociale – Introduction

Irene M. Wiecek, professeure agrégée et chargée d'enseignement en comptabilité, Université de Toronto

Le bitcoin (un cryptoactif) et sa technologie sous-jacente, la chaîne de blocs (une forme de technologie des registres distribués), ne cessent de refaire surface, parfois sur une note positive, en raison de leur architecture unique et des applications que la chaîne de blocs a inspirées, et parfois de façon moins positive. Par exemple, de nouveaux instruments peuvent poser de nouveaux problèmes (la disparition de bitcoins d'une valeur de 260 millions de dollars de l'entreprise Quadriga⁴, lorsque les clés de chiffrement ont été perdues au décès du fondateur) ou, parfois, poser les éternels mêmes problèmes (ce qui était initialement considéré comme la perte de clés de chiffrement aurait bien pu se terminer en cas de fraude).

Au cours des deux dernières années, le domaine a piqué ma curiosité, tant à titre de CPA que d'universitaire. La plupart de mes collègues comptables à l'Université de Toronto ont initialement semblé se méfier, surtout en ce qui a trait aux cryptoactifs. Ce qui, compte tenu des fraudes médiatisées et du manque (ou du faible niveau) de réglementation des échanges de cryptomonnaies, ne m'a pas surpris. Je ne compte plus les fois où j'ai entendu le monde des cryptoactifs être qualifié de « Far West ». En revanche, nombre de mes collègues, en particulier des domaines de l'économie, de la finance, de la stratégie et du comportement organisationnel, ont été interpellés par la technologie des registres distribués et par les occasions de valeur ajoutée qui en découlent, et se sont intéressés à la manière dont les organisations et les particuliers répondent aux changements qu'engendrent les technologies.

En gardant à l'esprit ces idées, l'Université de Toronto a organisé une Conférence sur la technologie des registres distribués / chaîne de blocs – Technologie, gouvernance et innovation sociale, conférence d'une durée d'une journée qui s'est tenue le 16 novembre 2018. Dans le contexte de l'Institute for Management and Innovation (un institut multidisciplinaire de l'université), notre objectif était d'examiner la situation selon ces trois différentes perspectives (c'est-à-dire les piliers que sont la technologie, la gouvernance et l'innovation sociale). L'auditoire était composé de membres de la faculté, d'étudiants et de membres de l'industrie et de la profession comptable. Nous sommes très reconnaissants du soutien

⁴ Alexander, Doug, *Quadriga Crypto Mystery Deepens With 'Cold Wallets' Found Empty* (<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-03-01/quadriga-has-6-cold-wallets-but-they-don-t-hold-any-crypto>, 1^{er} mars 2019).

que nous avons reçu de la part de CPA Canada et du CPA/Rotman Centre for Innovation in Accounting Education, et nous sommes ravis de cette collaboration qui doit nous permettre d'aborder les défis à mesure qu'ils surgissent.

Alors que la conférence était initialement articulée autour des trois piliers, il est rapidement apparu que les *piliers* auraient pu être qualifiés de *soutiens* interreliés en raison de la nature transdisciplinaire de la plupart des présentations des huit conférenciers et des trois tables rondes avec animateur (une par pilier) dans le cadre desquelles les membres de l'auditoire pouvaient poser des questions (dont certaines sont reproduites dans cette publication). Les tables rondes ont été animées par les professeurs Yue Li et Soo Min Toh, ainsi que par moi-même. Notre but était de mettre tout le monde au défi de se montrer ouvert aux idées présentées et aux enjeux soulevés, tout en demeurant essentiellement analytique.

Voici un certain nombre de faits saillants et de points de vue que j'ai relevés au cours de cette fascinante journée.

Le pilier de la technologie

L'analyse de l'incidence de la chaîne de blocs sur le monde de la comptabilité peut constituer un défi si on ne comprend pas la technologie sous-jacente. Notre tout premier défi consistait à « donner vie » à la technologie auprès de notre auditoire, de sorte que chacun puisse commencer à réfléchir à son incidence de façon constructive.

Trois conférenciers du milieu universitaire et de l'industrie ont présenté les différentes strates de la technologie. Garrick Hileman a parlé de la profonde influence que cette technologie aura sur notre monde dans le contexte de changements plus vastes, comme l'intelligence artificielle et les interactions pair à pair accrues. Cette introduction très à propos nous a rappelé à quel point nous vivons à une époque de grands changements technologiques, dont la chaîne de blocs ne constitue qu'une partie. En outre, M. Hileman nous a permis de voir que cette technologie change la donne et de prendre conscience des répercussions du passage à un environnement plus décentralisé (c'est-à-dire sans intermédiaires), dans lequel la confiance est minimisée et où la chaîne de blocs remplace la poignée de main – ce geste traditionnel, symbole de confiance et de coopération – par un code informatique.

Nombreux sont ceux que préoccupe le passage à une plateforme de registres distribués, mais, comme nous l'a rappelé Peter Patterson, les plateformes et les processus d'affaires existants ne sont pas parfaits non plus. Prenons l'exemple de la gestion de la chaîne logistique : de nombreux problèmes existent, en raison des inefficiences, de la multiplication des efforts consacrés à la paperasse, des registres individuels et des différends contractuels, sans compter que les sociétés individuelles comme les banques hébergent de grandes quantités d'informations de façon centralisée, ce qui rend leurs systèmes d'information

vulnérables aux attaques⁵. M. Patterson a comparé et mis en opposition des chaînes de blocs anonymes et sans permission (par exemple, le Bitcoin) avec des chaînes de blocs privées avec permission de réseaux d'entreprises. Les deux présentent des avantages et des inconvénients. L'architecture de la chaîne de blocs permet aux participants d'un réseau de partager un registre sur lequel les transactions sont sécurisées, authentifiées et vérifiables et où les différends sont plus faciles à régler, ce qui permet de réaliser des gains d'efficacité qui peuvent être très considérables.

Andreas Veneris a analysé les percées que représentent le Bitcoin et l'Ethereum du point de vue des sciences informatiques. Il nous a proposé des méthodes pour relever les principaux défis qui s'y rapportent, notamment l'augmentation du volume de transactions et de la vitesse des transactions (qui sont extrêmement lentes comparativement à ce que permettent des systèmes comme VISA et PayPal), tout en réduisant leur consommation énergétique, qui est énorme. Comme dans le cas de toute technologie émergente, il existe des obstacles, mais ceux-ci ne sont pas insurmontables. Les technologies évoluent et changent constamment.

M. Veneris nous a également fait découvrir la cryptoéconomie, un domaine de recherche en plein essor. Dans le cadre de la table ronde, il a mis l'accent sur le fait qu'un contrat intelligent a d'importantes conséquences juridiques, voire philosophiques, et que la finance, le droit, les sciences informatiques, la gestion et la comptabilité sont des domaines qui fusionnent dans la technologie de la chaîne de blocs⁶. La matière devient ainsi véritablement transdisciplinaire.

Le pilier de la gouvernance

Nous avons voulu en second lieu mettre en relief les questions de réglementation (ou de manque de réglementation). À titre de comptables, nous évoluons dans un environnement très réglementé dans lequel entités et particuliers sont régis par des lois et règlements tels que les lois sur les valeurs mobilières, les lois fiscales, les lois sur les banques, les lois sur la lutte contre le blanchiment d'argent, et bien d'autres. Les lois et règlements occupent une grande place dans nos marchés financiers et, plus globalement, dans notre société. Dans nos marchés financiers, ils contribuent à une attribution efficace et efficace des ressources, protègent les investisseurs, diminuent le risque, et augmentent la stabilité du système financier. Dans notre société, ils permettent d'assurer à tout le moins

5 De nombreux experts en cybersécurité font une mise en garde : il ne s'agit pas de savoir *si* une attaque aura lieu, mais *quand* elle se produira.

6 Andreas Veneris s'est récemment vu décerner un montant de 250 000 dollars pour la création d'UTLedgeHub, projet consacré à l'étude de la technologie de la chaîne de blocs cryptoéconomique et rassemblant des chercheurs de divers domaines tels que les affaires, les sciences informatiques, l'ingénierie, les affaires mondiales (politiques et réglementation), le droit, l'économie et la justice sociale. Pour de plus amples renseignements, consulter l'article *U of T Engineering Blockchain Project Receives Funding Injection from Connaught Fund* (<https://startupheretoronto.com/partners/uoft/u-of-t-engineering-blockchain-project-receives-funding-injection-from-connaught-fund>, 20 juillet 2018).

l'application d'une approche systématique de partage de la plupart des coûts d'administration de nos gouvernements (au moyen du système d'imposition)⁷, aident à protéger notre économie, et nous permettent de maintenir un niveau de vie élevé.

Dans le cadre de ce volet de la conférence, des présentations ont été offertes par divers intervenants provenant d'une autorité en valeurs mobilières, de l'auditeur des auditeurs et du monde de la fiscalité.

Le pilier de la gouvernance a permis :

- d'explorer les préoccupations quant à la question de savoir si nos systèmes actuels sont prêts – ou non – à faire face à la technologie des registres distribués et aux cryptoactifs;
- d'aborder les enjeux rencontrés lorsqu'on essaie de suivre le rythme de la technologie;
- de décrire les mesures déjà prises.

Pat Chaukos s'est montrée positive dans ses propos en décrivant la technologie comme une force perturbatrice qui contribuera à la création de nouveaux modèles d'affaires et à l'ajout de valeur dans l'économie, pour autant qu'elle soit soutenue adéquatement.

Mme Chaukos et Carol Paradine ont discuté de la nécessité de protéger les inventeurs tout en encourageant l'innovation⁸. Mme Chaukos a fait remarquer que la Commission des valeurs mobilières de l'Ontario (CVMO) avait agi de façon proactive pour sauter dans la mêlée dès le début, en créant des « bacs à sable réglementaires » expérimentaux visant à aider les innovateurs à s'y retrouver dans la réglementation des valeurs mobilières⁹.

Mme Paradine a, pour sa part, parlé d'un « monde adapté à la chaîne de blocs » qui constitue un territoire inexploré, et elle a souligné que plus de 50 sociétés ouvertes au Canada évoluent déjà dans ce nouveau monde. Elle a aussi indiqué que, bien que les indications soient peu nombreuses pour les auditeurs dans ce domaine, celui-ci va de pair avec plusieurs enjeux très complexes, notamment la question de savoir qui a examiné l'efficacité des contrôles internes à l'égard des bourses de cryptomonnaies. Selon elle, ce n'est pas de sitôt que les machines remplaceront l'esprit critique des auditeurs.

7 En Ontario, d'après les états financiers audités de 2017-2018, 66 % des recettes du gouvernement provenaient des impôts (exclusion faite des paiements de transfert du gouvernement du Canada, qui proviennent vraisemblablement en partie des impôts fédéraux). Consulter le document du Secrétariat du Conseil du Trésor intitulé *Comptes publics de l'Ontario : Rapport annuel et états financiers consolidés 2017-2018* (https://files.ontario.ca/pa18_annualreport_cfs_fr.pdf, 2018), p. 12.

8 Dans le cadre de la table ronde sur la technologie, M. Veneris a indiqué que le plus grand problème lié à l'adoption de la technologie des registres distribués pourrait être celui de la réglementation. Bien que ceux qui pensent que la réglementation étouffe l'innovation soient nombreux, la déréglementation est souvent considérée comme l'un des ingrédients de la crise financière de 2008. MM. Hileman et Veneris ont parlé de la façon dont les technologies à chaînes de blocs pourraient prévenir la fraude grâce à la visibilité en temps réel des actifs au bilan et à des niveaux accrus de transparence qui n'existaient pas en 2008 et n'existent toujours pas aujourd'hui.

9 Commission des valeurs mobilières de l'Ontario, *Rampe de lancement de la CVMO : comprendre la réglementation des valeurs mobilières* (www.osc.gov.on.ca/fr/navigating-regulation.htm, 2019). La CVMO s'implique aussi au niveau national et international auprès d'autres organismes de réglementation, afin d'aider les sociétés de technologie financière (*fintech*) ontariennes à faire des affaires à l'échelle mondiale.

Laura Gheorghiu a fait valoir que nombreux sont ceux qui croient que le bitcoin et d'autres cryptoactifs sont à l'écart de nos systèmes actuels de réglementation, notamment en matière de droit et d'imposition. Elle a néanmoins affirmé que ce n'était pas le cas. Les cryptoactifs représentent un défi, puisqu'ils ne cadrent pas de façon nette dans notre environnement réglementaire actuel. Bien que l'Agence du revenu du Canada (ARC) ait récemment publié des indications sur la monnaie virtuelle¹⁰, les différentes sortes de cryptomonnaies ainsi que les applications de la chaîne de blocs se sont multipliées. L'ARC fait donc du rattrapage. Mme Gheorghiu considère que la technologie sous-jacente est prometteuse, faisant remarquer que, ironiquement, la chaîne de blocs pourrait en réalité aider l'ARC à percevoir des impôts.

Tous les conférenciers ont insisté sur la nécessité de moderniser la réglementation actuelle et ont souligné le fait que de nombreux organismes de réglementation tenaient déjà des débats animés sur les questions entourant les cryptoactifs et leurs technologies connexes.

Par ailleurs, de façon similaire, les normalisateurs comptables cherchent à créer une certaine structure parmi les principes comptables. Le Groupe de discussion sur les IFRS®, qui est un sous-comité du Conseil des normes comptables (CNC) du Canada¹¹, a tenu de nombreuses discussions relativement aux cryptomonnaies¹². L'IFRS® Foundation traite elle aussi de ces sujets, un projet à la fois^{13 14}.

À la lumière de tous ces types d'innovation, deux défis se posent pour les normalisateurs :

- Comprendre la technologie ou l'innovation sous-jacentes;
- Déterminer comment s'appliquent les normes comptables existantes.

Étant donné que de nombreuses normes ont été élaborées avant l'avènement de ces technologies, il peut sembler impossible de les appliquer à ces nouvelles technologies. Dans les normes IFRS, les cryptoactifs seraient fort probablement mis dans la catégorie des stocks s'ils sont détenus à des fins de vente dans le cours normal des activités. Cependant, nombreux sont ceux qui pensent que, si les cryptoactifs ne sont *pas détenus à des fins de vente* dans le cours normal des activités, ils répondraient alors à la définition d'une immobilisation incorporelle.

10 Agence du revenu du Canada (ARC), *Monnaie virtuelle* (www.canada.ca/fr/agence-revenu/programmes/a-propos-agence-revenu-canada-arc/observation/monnaie-numerique.html), 26 juin 2019).

11 CNC, *Groupe de discussion sur les IFRS®* (www.frascanada.ca/fr/cnc/comites/gdifrs).

12 Il est possible de faire une recherche des sujets traités lors de réunions du Groupe de discussion sur les IFRS®, à l'adresse www.frascanada.ca/fr/cnc/comites/gdifrs/recherche-sujets-traites.

13 IFRS, *Holdings of Cryptomonnaies* (www.ifrs.org/projects/2019/holdings-of-cryptocurrencies), juin 2019).

14 IFRS, *The IFRS Foundation Technology Initiative* (<https://www.ifrs.org/news-and-events/2018/11/the-ifrs-foundation-technology-initiative>), novembre 2018).

M. Hileman a indiqué que les cryptoactifs nous font remettre en question de nombreux éléments que nous tenons pour acquis, par exemple ce en quoi consiste l'argent exactement. Je me suis rendu compte que j'en faisais autant. Nous avons déjà dépassé le stade où la majeure partie de l'argent que nous utilisons prend une forme physique, étant donné que la plupart d'entre nous effectuent leurs paiements au moyen de cartes de crédit ou de débit (ou du téléphone). Ces transactions sont numérisées. Alors pourquoi un cryptoactif nous semble-t-il si étranger? Il existe plus de similitudes que de différences entre l'argent (selon la compréhension que nous avons de son utilisation dans notre quotidien) et les cryptoactifs.

M. Veneris a précisé en quoi la complexité technique et le caractère transfrontalier des technologies à chaînes de blocs créent des défis sans précédent pour les législateurs, les autorités de réglementation et les autorités fiscales. De façon très perspicace, il a fait remarquer que ceux qui évoluent dans le milieu de la chaîne de blocs pourraient ne même pas parler la même « langue » que ceux qui proviennent du milieu de la réglementation, du fait que la terminologie de la chaîne de blocs demeure très peu connue.

Mme Paradine a discuté de la collaboration des auditeurs avec les machines, lesquelles sont de plus en plus intelligentes, et des audits conjoints entre humains et machines, ce qui n'a rien à voir avec un audit conjoint avec un autre cabinet comptable.

Le pilier de l'innovation sociale

En troisième lieu, nous avons voulu étudier les enjeux sous l'angle humain. La chaîne de blocs peut-elle servir le bien commun? Quelles sont les possibilités en ce qui a trait à l'amélioration de notre mode de vie en général, par exemple pour assurer la sécurité alimentaire, surveiller la conformité environnementale et supprimer les inefficiences de la chaîne logistique?

Deux conférenciers, l'un provenant d'une institution financière et l'autre, du secteur de la chaîne de blocs, ont parlé des innovations sociales que pourrait offrir la technologie des registres distribués. Michael Torrance a décrit la technologie comme étant socialement révolutionnaire, car elle permet la disparition des intermédiaires et la décentralisation de processus qui étaient autrefois hautement centralisés. Il est d'avis que le potentiel de progression du développement durable est majeur, et que le suivi de l'évolution de la réputation des entreprises représente aussi une possibilité.

Marc Lijour nous a présenté une étude sur des innovations liées à la chaîne de blocs qui illustraient des cas concrets d'applications et d'expériences socialement innovantes de la chaîne de blocs pour les services financiers (par exemple faire profiter de l'absence de banque en fournissant des solutions de rechange aux services financiers centralisés), le bien commun (par exemple faire profiter les populations situées en zone de guerre ou en zone sinistrée en mobilisant l'aide et en fournissant des systèmes d'alerte rapide et de

documentation des biens) et l'environnement (par exemple en encourageant les efforts de nettoyage). MM. Lijour, Torrance, Hileman et Patterson ont tous parlé des applications liées à la chaîne de blocs qui font le suivi de produits pour les consommateurs (par exemple fromage, vin, diamants, poisson) pour en vérifier la véracité, la provenance, l'adéquation du traitement et, parfois, le caractère sécuritaire.

Comment mettons-nous en application le changement et l'acceptation des nouvelles technologies? Qu'en est-il du facteur de confiance? Pouvons-nous faire confiance à un code informatique au lieu d'un être humain? M. Hileman a évoqué la chaîne de blocs qui « remplace la poignée de main ». Sommes-nous à l'aise avec cette situation? La plupart des conférenciers qui sont intervenus tout au long de la journée ont identifié et traité les barrières et les obstacles auxquels nous faisons tous face lorsque nous nous ouvrons au changement.

Le reste de cette publication expose la version condensée des présentations, par pilier.

Compte tenu des divergences de perspective des conférenciers, de nombreux points de vue différents ont été exprimés. C'est ce qui a fait le succès de cette journée à nos yeux, puisque ces perspectives divergentes ont donné lieu à des discussions et à des débats, tout en nous permettant d'approfondir notre compréhension de la question. M. Patterson a dit quelque chose qui résonne encore, à savoir que les technologies à chaînes de blocs ont le potentiel d'*échanger différentes formes de valeur* dans un réseau *intersectoriel* : des partenaires non traditionnels peuvent collaborer en vue d'innover, d'établir de nouvelles propositions de valeur, et d'optimiser les coûts, les risques et le capital, au moyen de plateformes et de marchés numériques.

Les discussions de ce type arrivent à point nommé pour la profession comptable. La profession doit repenser son avenir au regard de changements aussi substantiels, en grande partie tributaires de la technologie¹⁵. En tant que comptables, nombre d'entre nous en viennent à constater que les cryptoactifs et la technologie des registres distribués sont des innovations que nous devons examiner de plus près, parce qu'elles sont là pour de bon et qu'elles resteront présentes sous une forme ou une autre.

La technologie offre des occasions de créer de nouveaux écosystèmes, de nouveaux modèles d'affaires, de nouveaux mécanismes de marché et de nouvelles façons de faire le suivi et d'évaluer les éléments qui sont importants. Elle remet aussi en question le statu quo et bon nombre de nos convictions fondamentales. Où ces nouvelles technologies nous mèneront-elles?

15 CPA Canada a établi un groupe de travail afin d'examiner où en est la profession et vers où elle pourrait s'en aller. Le processus de conception de scénarios a été utilisé pour élaborer quatre scénarios possibles prévoyant des plateformes visant à repenser où nous pourrions nous situer dans l'avenir. Voir CPA Canada, projet « Voir demain : Réimaginer la profession » (<https://www.cpacanada.ca/fr/zone-membres/profession-nouvelles/2018/juillet/voir-demain-reimaginer-profession>, 2018).

Discours liminaire : Technologie de la chaîne de blocs – Passé, présent, avenir

Garrick Hileman, directeur du service de recherche chez Blockchain.com et chercheur à la London School of Economics

Introduction

En 2018, Mark Carney, gouverneur de la Banque d'Angleterre, a affirmé ce qui suit : [TRADUCTION] « L'économie se réorganise en une série de connexions distribuées poste à poste au sein de puissants réseaux [...] révolutionnant la façon dont [les gens] consomment, travaillent et communiquent¹⁶. »

Bien qu'il ne visait pas directement la chaîne de blocs, le commentaire de M. Carney place la chaîne de blocs non pas dans un silo, mais dans le contexte de changements plus vastes touchant l'automatisation, la robotique, l'intelligence artificielle, l'activité économique entre pairs, la numérisation de l'activité économique et ainsi de suite. Des leaders comme M. Carney sont conscients que ces changements peuvent avoir une profonde influence sur notre monde.

Différences entre la chaîne de blocs et le système financier traditionnel

Les systèmes de chaîne de blocs et notre système financier traditionnel présentent d'importantes différences, dont l'une des plus fondamentales réside dans le fait que les actifs traditionnels (par exemple liquidités, obligations et actions) sont distincts et séparés des réseaux et des registres dans lesquels ils sont négociés, cédés et comptabilisés. Il faut ainsi voir les liquidités, les obligations et les actions comme des **wagons**, et voir VISA, PayPal, Swift et les réseaux des bourses comme des **rails**.

Les liquidités peuvent être déplacées sur le rail VISA, puis récupérées et transférées sur le rail PayPal. De fait, le wagon peut être déplacé sur un ensemble différent de rails. Ce déplacement est *impossible* avec un système de chaîne de blocs. Le bitcoin, par exemple, ne peut pas être déplacé de sa chaîne de blocs, parce qu'il y est *fixé*. L'actif qu'est le bitcoin est donc fixé à son

¹⁶ Carney, Mark, *Speech: New Economy, New Finance, New Bank* (<https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/speech/2018/new-economy-new-finance-new-bank-speech-by-mark-carney>, 21 juin 2018).

rail et ne peut pas être transféré d'un ensemble de voies de paiement à un autre. La *nature intégrée du système* est la caractéristique conceptuelle qui représente la principale différence entre un système fondé sur une chaîne de blocs et le système financier traditionnel.

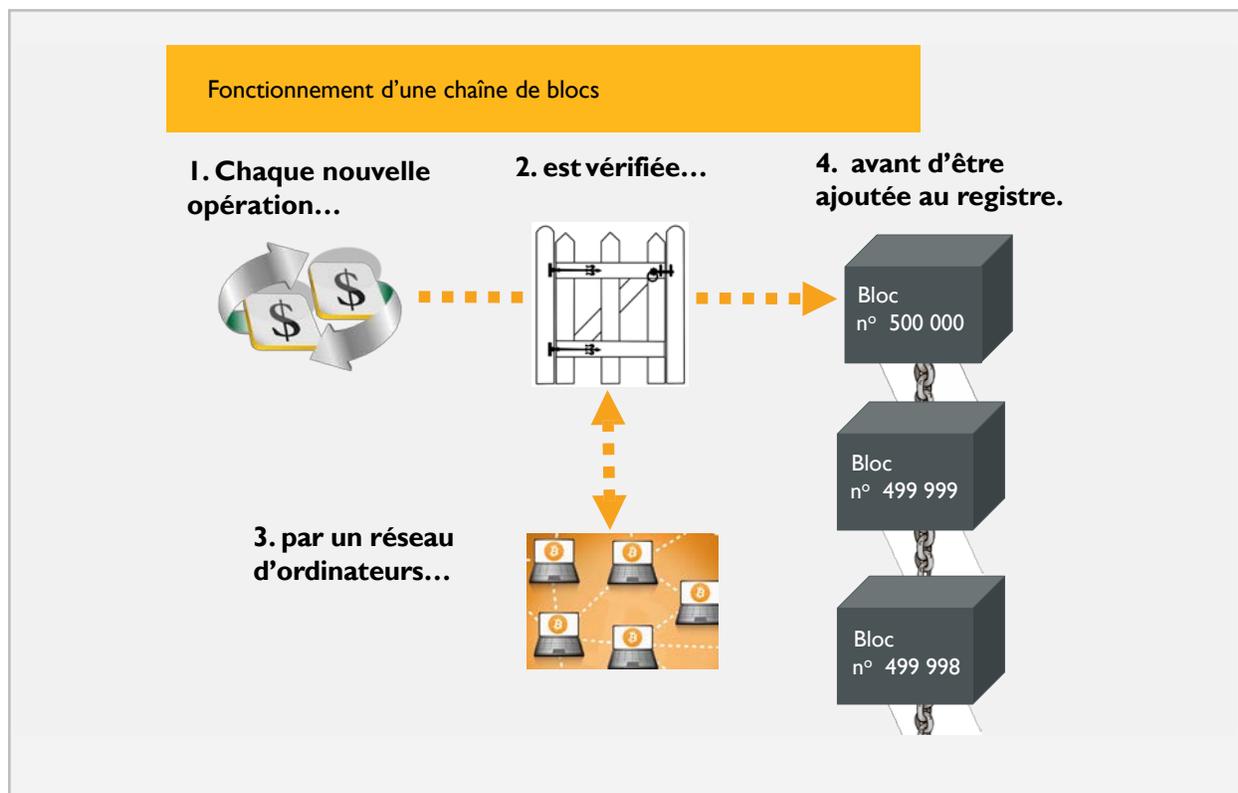
Fonctionnement d'une chaîne de blocs

À ceux qui n'ont jamais eu recours à une cryptomonnaie, on peut dire qu'elle s'apparente à un courriel. Si nous prenons le Bitcoin comme exemple, les cinq mêmes éléments sont nécessaires pour utiliser le courriel et la chaîne de blocs Bitcoin, à savoir :

- l'Internet;
- une application informatique (c'est-à-dire un navigateur ou un logiciel de messagerie; un « portefeuille » dans le cas des bitcoins);
- des adresses d'expédition et de réception;
- du contenu (c'est-à-dire un objet et un message dans le courriel; la quantité qui sera envoyée dans le cas des bitcoins);
- un mot de passe (pour accéder au courriel; une clé privée pour dépenser les bitcoins).

L'envoi de bitcoins entre des particuliers ou des sociétés par le biais d'une chaîne de blocs fonctionne comme suit (figure 1) :

FIGURE 1 : FONCTIONNEMENT D'UNE CHAÎNE DE BLOCS



Avant que le destinataire visé ne reçoive les bitcoins, la transaction doit être vérifiée par un réseau d'ordinateurs faisant office de barrière. Ce réseau d'ordinateurs vérifie que l'expéditeur a) détient réellement les bitcoins envoyés; et b) n'effectue pas une « double dépense » (c'est-à-dire qu'il n'envoie pas les mêmes bitcoins à quelqu'un d'autre en même temps). Si la transaction est valide, le réseau d'ordinateurs la laisse franchir la barrière et être ajoutée à ce qu'on appelle un « bloc ».

Dans le cas du Bitcoin, le **bloc** est simplement un lot de transactions (en moyenne quelques milliers) qui sont regroupées toutes les 10 minutes et « adjointes » (c'est-à-dire enchaînées de façon cryptographique) au lot précédent de transactions. Dans la figure 1, le bloc n° 499 999 est adjoint au bloc n° 499 998, soit l'ensemble précédent de transactions qui a eu lieu 20 minutes plus tôt, et on peut remonter ainsi jusqu'au premier bloc créé en janvier 2009, lorsque Satoshi Nakamoto a commencé à exploiter le logiciel de la chaîne de blocs Bitcoin. Cette invention de Satoshi Nakamoto est une percée sur le plan économique autant que dans le domaine des sciences informatiques.

PILIER DE LA TECHNOLOGIE

Les **mineurs** sont les ordinateurs qui opèrent le réseau. Des incitatifs sont en place pour que ces ordinateurs *rivalisent* les uns contre les autres et, en même temps, *coopèrent* les uns avec les autres : ils coopèrent pour maintenir le réseau, mais chaque ordinateur rivalise avec les autres pour être le premier à *miner* un nouveau bloc (c'est-à-dire résoudre un problème complexe qui permet de former un nouveau bloc et d'être récompensé pour cela).

Les blocs, reproduits sur plusieurs ordinateurs, représentent collectivement l'historique (c'est-à-dire les **registres distribués** de toutes les transactions survenues sur le réseau Bitcoin et reliées de façon cryptographique). Cette tenue de registres assure la sécurité et l'intégrité du système.

L'un des aspects les plus remarquables à propos de la chaîne de blocs Bitcoin, c'est qu'elle n'a jamais subi *aucun* ralentissement en 10 ans d'existence. Il s'agit du plus puissant réseau d'ordinateurs jamais assemblé dans l'histoire. Il est gigantesque et consomme autant d'électricité (nombreux sont ceux à le penser) qu'un petit pays, mais n'est pourtant *jamais* « tombé en panne »¹⁷. Ainsi, les organisations qui exploitent des infrastructures essentielles (par exemple systèmes de transport, systèmes d'énergie, systèmes de paiement, banques centrales) estiment que les chaînes de blocs et la technologie des registres distribués (TRD) ont quelque chose à offrir, étant donné leur grande résilience.

Cinq composantes clés d'une chaîne de blocs

Structurellement, toutes les chaînes de blocs présentent les cinq éléments suivants :

1. Cryptographie;
2. Réseau poste à poste : ordinateurs distribués, connectés les uns aux autres et communiquant entre eux;
3. Mécanisme de consensus : façon dont tous ces ordinateurs peuvent se mettre d'accord;
4. Registre : liste des transactions;
5. Règles de validité : règles dictant quelles transactions sont valides et lesquelles ne le sont pas.

L'utilisation d'une chaîne de blocs peut être bénéfique de nombreuses façons, notamment :

1. pour réduire la nécessité d'un lien de confiance entre les parties prenantes, particulièrement entre des adversaires, permettant la création d'un système à **confiance minimale**;
2. pour établir des systèmes de transfert sécurisés;
3. pour simplifier les processus d'affaires entre de multiples entités;

¹⁷ Koomey, Jonathan, *Estimating Bitcoin Electricity Use: A Beginner's Guide*, 2019 (<https://coincenter.org/entry/bitcoin-electricity>).

4. pour accroître la transparence et faciliter l'auditabilité dans le cadre de l'utilisation d'un registre distribué (par exemple en offrant une visibilité en temps réel dans les transactions).

Mythes à propos de la chaîne de blocs

Il existe de nombreux mythes à propos de la chaîne de blocs. Les paragraphes qui suivent en décrivent quelques-uns.

Mythe 1 : Les chaînes de blocs ne reposent pas sur la notion de confiance.

Réalité : Les chaînes de blocs exigent toujours la confiance, ne serait-ce qu'à l'égard de la cryptographie qui sous-tend les chaînes de blocs. À titre d'exemple, mentionnons qu'il n'a jamais été prouvé mathématiquement que la cryptographie qui sous-tend le Bitcoin soit sécuritaire. Elle semble sécuritaire parce qu'elle n'a pas encore été déjouée.

Mythe 2 : Les chaînes de blocs sont inviolables ou immuables.

Réalité : Les chaînes de blocs sont *difficiles à violer*, mais elles ne sont pas inviolables. Elles peuvent être renversées par les participants au réseau (la **communauté**) dans certaines circonstances. Dans le cas de l'Ethereum, par exemple, la communauté d'une importante organisation autonome décentralisée (*decentralized autonomous organization*, ou DAO)¹⁸ s'est rassemblée il y a quelques années et a décidé de réécrire l'historique afin de défaire un piratage qui avait donné lieu au siphonnement de fonds. La communauté a fondamentalement réécrit l'historique pour rendre l'argent aux personnes qui l'avaient confié à la DAO. La chaîne de blocs n'était pas immuable : l'historique avait *changé*¹⁹.

Mythe 3 : Les chaînes de blocs sont sécuritaires à 100 %.

Réalité : La structure du Bitcoin, par exemple, en tant que système fondé sur la preuve de travail, possède une vulnérabilité inhérente, appelée « attaque à 51 % », qui survient lorsque plus de 50 % de la puissance des ordinateurs dans le réseau réalisent des doubles dépenses ou réécrivent l'historique, notamment. Cela est arrivé en 2018 à Bitcoin Gold (une fourche de Bitcoin²⁰), lorsqu'une attaque est survenue et que la personne a déposé des jetons Bitcoin Gold sur une bourse, les a convertis en bitcoins, a retiré les bitcoins, puis a modifié l'historique pour faire croire que le transfert de jetons Bitcoin Gold vers la bourse n'avait jamais eu lieu – un vol de 18 millions de dollars²¹.

18 Note du rédacteur : Pour en apprendre davantage sur les organisations autonomes décentralisées, voir l'exposé de MM. Veneris et Berryhill dans ce volume.

19 Siegel, David, *Understanding The DAO Attack* (<https://www.coindesk.com/understanding-dao-hack-journalists>, 25 juin 2016).

20 Note du rédacteur : Pour en apprendre davantage sur les organisations autonomes décentralisées, voir l'exposé de MM. Veneris et Berryhill dans ce volume.

21 Roberts, Jeff John, « Bitcoin Spinoff Hacked in Rare '51% Attack' », *Fortune* (<http://fortune.com/2018/05/29/bitcoin-gold-hack>, 29 mai 2018).

Mythe 4 : Les chaînes de blocs sont des détecteurs de mensonges.

Réalité : Le principe qui s'applique aux chaînes de blocs utilisées pour entrer des données externes est le même que pour toute autre base de données : à données inexactes, résultats erronés.

Cas d'utilisation : les contrats intelligents

Un contrat intelligent est un code (c'est-à-dire une application logicielle) qui existe sur une chaîne de blocs et qui vérifie à quel moment les conditions des contrats sont remplies, après quoi il transfère les fonds entre les parties au contrat.

L'assurance voyage est un exemple d'application d'un contrat intelligent dont le potentiel d'applicabilité est vaste. Lorsqu'un vol est annulé ou retardé, les voyageurs ont droit à un remboursement. Toutefois, au Royaume-Uni, en une seule année, près de 600 000 voyageurs qui étaient admissibles à une indemnité n'en ont pas fait la demande. Étant donné que les retards et les annulations de vols sont des informations publiques, un contrat intelligent pourrait vérifier dans une base de données si un vol est retardé ou annulé. Après la vérification, le contrat intelligent pourrait faire en sorte que les voyageurs admissibles obtiennent automatiquement un remboursement, sans que d'autres étapes ou processus de demande de règlement soient nécessaires de la part de l'assuré. L'une des caractéristiques importantes du contrat intelligent réside dans le fait que la compagnie d'assurance *ne détiendrait ou ne contrôlerait pas les fonds d'assurance*. Les fonds se trouveraient sur la chaîne de blocs, au sein du contrat intelligent entre le voyageur et la compagnie d'assurance.

La possibilité qu'a le voyageur de garantir entièrement l'assurance par nantissement dans un contrat intelligent sur une chaîne de blocs, là où la compagnie d'assurance n'y a pas accès, pourrait empêcher les sociétés de s'enfuir avec l'argent dans certains marchés où les institutions ne sont pas bien réglementées ou capitalisées. Là encore, il s'agit d'un exemple de *confiance minimale* : on réduit la nécessité d'un lien de confiance entre les parties, on dépose les fonds dans un contrat intelligent, et on les laisse visibles avec possibilité de les libérer seulement après exécution d'un certain ensemble de règles.

Principaux freins à l'adoption de la TRD par les sociétés

La technologie des registres distribués au sein des sociétés ayant fait beaucoup de bruit au cours des trois dernières années, comment se fait-il que si peu de progrès aient été accomplis et que l'adoption de la TRD soit si peu répandue parmi les banques et autres institutions traditionnelles?

Pour les banques et autres institutions qui ont participé à l'étude intitulée *Global Blockchain Benchmarking Study*²², les trois principaux obstacles à l'adoption de la TRD sont les suivants :

1. Risque juridique et incertitude réglementaire : Le secteur de la TRD a exercé d'énormes pressions sur les organismes de réglementation européens afin que ceux-ci créent de la certitude réglementaire, mais ils sont réticents à l'idée d'élaborer une nouvelle réglementation pour des usages incertains de la technologie.
2. Confidentialité : Étant donné qu'une chaîne de blocs est un réseau d'ordinateurs qui stockent des données, des problèmes juridiques pourraient survenir si les données des clients, même si elles sont chiffrées, se retrouvent sur l'ordinateur d'un concurrent.
3. Réticente à changer des pratiques commerciales établies (problème courant en TI).

COMMENT LE CONCEPT DE LA CHAÎNE DE BLOCS PEUT-IL ÊTRE IMPLANTÉ DANS UNE SOCIÉTÉ FONDÉE SUR LA CENTRALISATION?

GARRICK HILEMAN : Pour de nombreuses organisations centralisées et hiérarchisées, il n'est pas naturel d'implanter la chaîne de blocs. Satoshi Nakamoto, le créateur du Bitcoin, était un pur inconnu. Il avait besoin d'une technologie qui permettait d'établir crédibilité et confiance : une chaîne de blocs. De nombreuses banques centrales, cependant, jouissent déjà de crédibilité. Elles ont la règle de droit. Elles contrôlent le cours légal. Les banques centrales n'ont pas nécessairement besoin d'une chaîne de blocs, bien qu'il y ait des arguments indiquant que certaines banques centrales pourraient bénéficier de la mise en place d'une chaîne de blocs²³.

Qui décidera de se décentraliser? Voilà l'un des grands obstacles à une adoption élargie de cette technologie par les institutions traditionnelles.

22 Hileman, Garrick, et Michel Rauchs, 2017 *Global Blockchain Benchmarking Study* (https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3040224).

23 Lwanda, George, *Zimbabwe Needs Its Own Cryptocurrency* (www.project-syndicate.org/commentary/zimbabwe-needs-blockchain-cryptocurrency-by-george-lwanda-2019-06?barrier=accesspaylog, 21 juin 2019).

Perspectives

La bonne manière de se représenter les chaînes de blocs d'entreprises serait de les voir comme une technologie d'amélioration des processus semblable à la comptabilité en partie double ou à l'invention des sociétés par actions; elles ne semblent pas spectaculaires lors de leur implantation initiale, et il se peut que leurs effets ne se fassent pas ressentir rapidement, mais de banales améliorations peuvent paver la voie à des répercussions économiques d'envergure²⁴.

Incidence sectorielle

Dans quel secteur la chaîne de blocs causera-t-elle le plus de perturbations? En l'absence de données empiriques à partir desquelles travailler, les données de l'étude *Global Blockchain Benchmarking Study*²⁵ donnent une idée des aspects à l'égard desquels l'incidence sera le plus fortement ressentie. À la question de savoir quels secteurs ou marchés ils ciblent, la plupart des fournisseurs de services de TRD ont répondu le secteur financier (c'est-à-dire les marchés financiers, l'assurance, le financement commercial, les paiements) et certains domaines interdisciplinaires (par exemple identité numérique, chaîne logistique, propriété intellectuelle), entre autres (voir figure 2).

Une autre façon rudimentaire²⁶ de voir où surviendront les plus importantes perturbations et répercussions consiste tout simplement à compter le nombre de cas d'utilisation. L'étude a permis de dénombrer plus de 130 cas différents d'utilisation de la TRD, et de les regrouper selon les différents secteurs d'activité. Le secteur de la banque et de la finance vient en tête de liste, avec plus de 30 % de tous les cas d'utilisation, suivi de ceux de l'Administration publique (13 %), de l'assurance (12 %) et des soins de santé (8 %) (voir figure 3).

En outre, nous pouvons examiner les marchés publics de cryptomonnaie.

24 Voir le numéro de *The Economist* intitulé « The trust machine: How the technology behind bitcoin could change the world », 31 octobre au 6 novembre 2015.

25 Hileman, Garrick et Michel Rauchs, 2017 *Global Blockchain Benchmarking Study* (https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3040224).

26 Rudimentaire, parce que le nombre de cas d'utilisation ne dit rien sur l'ampleur de ces cas et ne permet pas d'en mesurer les incidences. De plus, la technologie de la chaîne de blocs est probablement plus frappante dans le secteur de la banque et de la finance que dans le secteur des soins de santé, car le bitcoin possède des caractéristiques similaires à celles d'un instrument financier. Malgré tout, l'incidence de l'utilisation de la chaîne de blocs pourrait être plus marquée dans le secteur des soins de santé, en raison des changements dans la gestion des dossiers médicaux électroniques.

FIGURE 2 : SECTEURS CIBLÉS POUR LA TRD

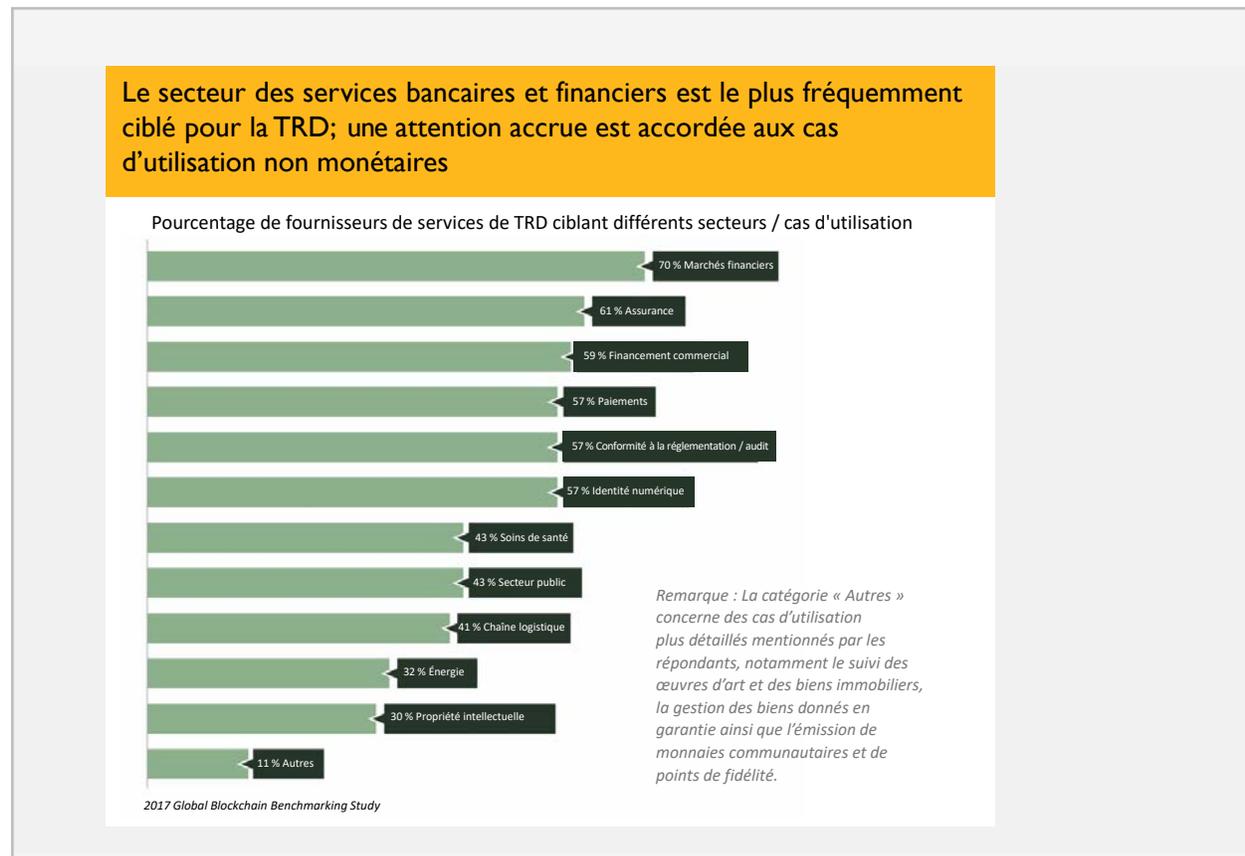
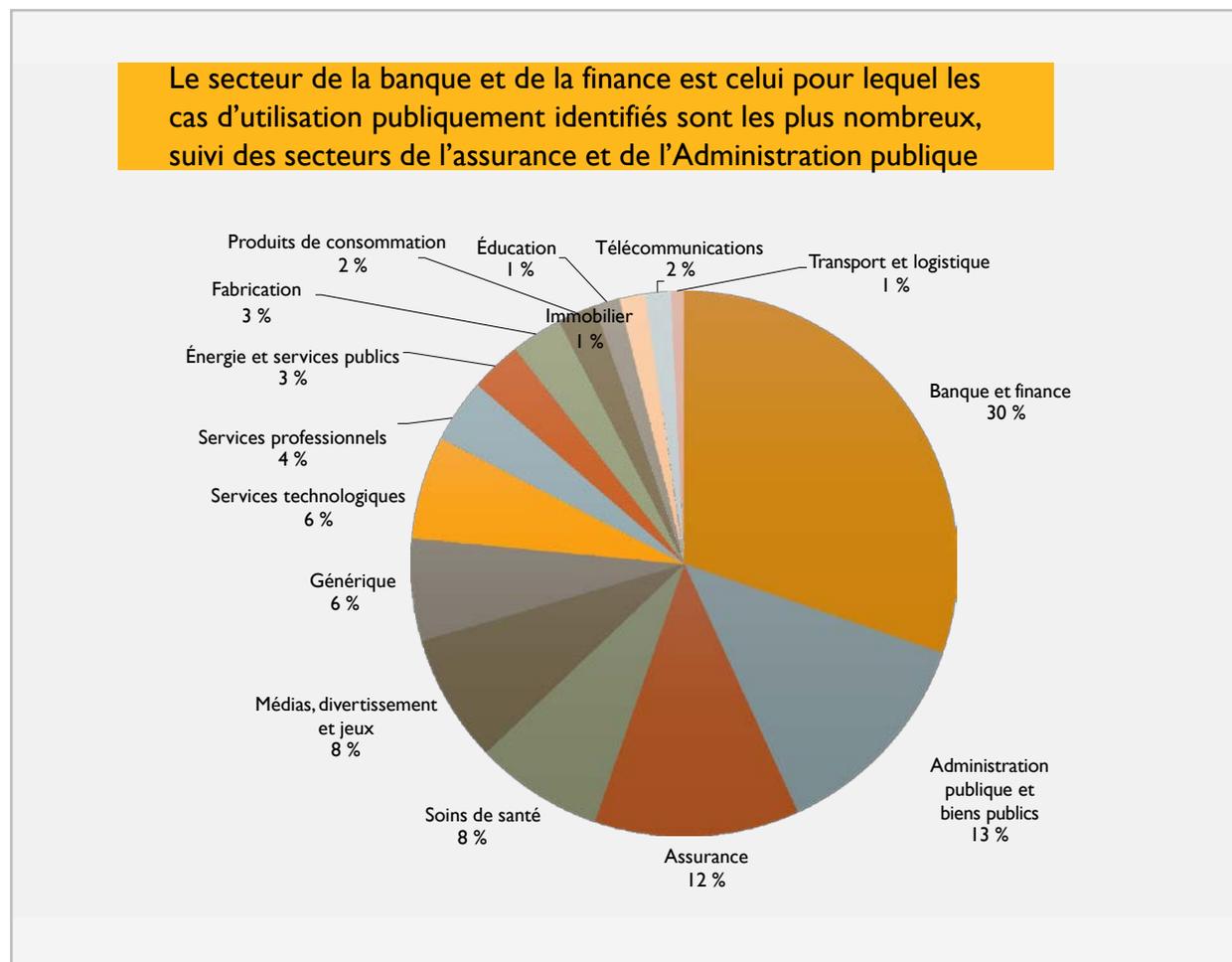


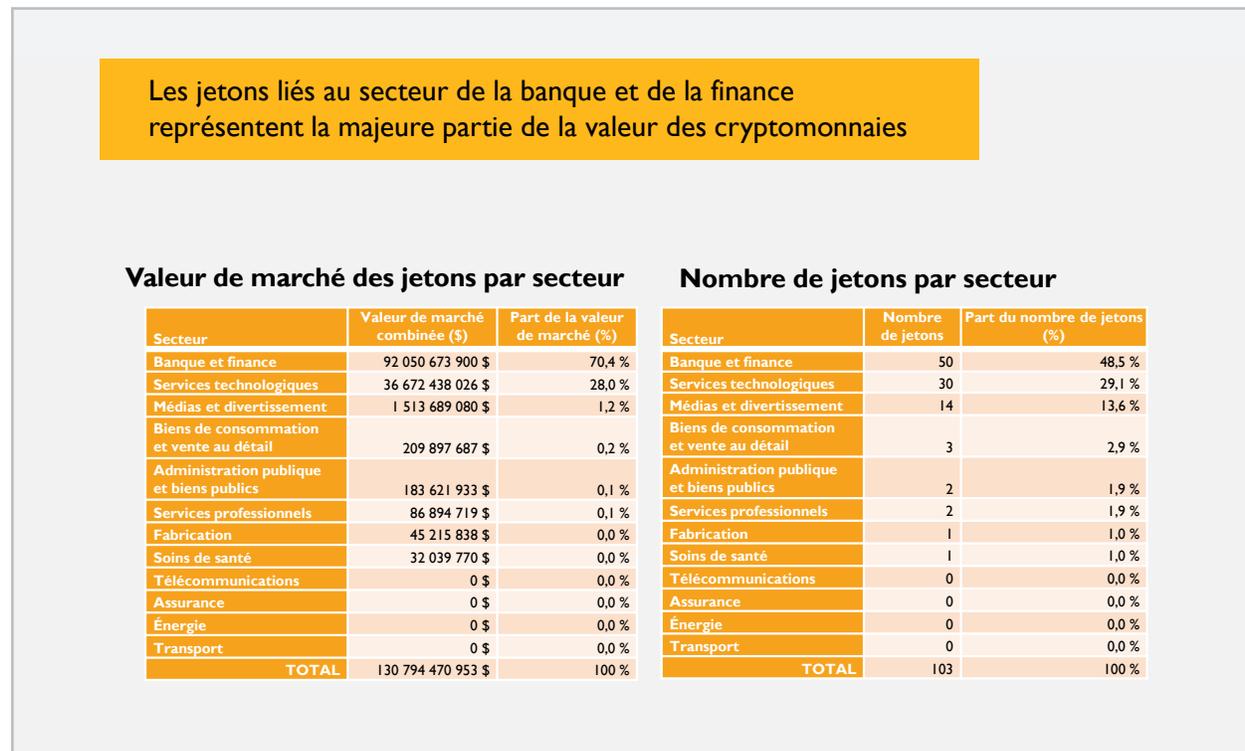
FIGURE 3 : CAS D'UTILISATION DE LA TRD PAR SECTEUR



Marchés des cryptomonnaies

Si les 100 principales cryptomonnaies sont catégorisées par secteur, près de 70 % de la valeur de marché, soit environ 50 % des jetons (70 %/50 %), touchent les secteurs de la banque et de la finance, des services technologiques (par exemple stockage infonuagique décentralisé; 28 %/30 %) et des médias et du divertissement (1 %/14 %) (voir figure 4).

FIGURE 4 : 100 PRINCIPALES CRYPTOMONNAIES ET LEUR PART DE MARCHÉ



Même si la chaîne de blocs et la technologie des registres distribués ont connu du succès, de quoi sera fait l'avenir du bitcoin et des cryptomonnaies? Certains prédisent que les cryptomonnaies telles que le bitcoin remplaceront les monnaies fiduciaires et deviendront la devise mondiale dominante d'ici cinq²⁷ à dix²⁸ ans, ou saluent la révolution technologique ou le miracle moderne²⁹ que sont les cryptomonnaies. Toutefois, les cryptomonnaies sont influencées par le croisement complexe et en constante évolution de la technologie, de la politique et de l'économie. À quels obstacles potentiels l'adoption fait-elle face?

27 Tim Draper, investisseur en capital de risque milliardaire de la Silicon Valley.

28 Jack Dorsey, chef de la direction et fondateur de Twitter.

29 Rostin Behnam, commissaire de la Commodity Futures Trading Commission des États-Unis. (Observations du commissaire Rostin Behnam au sommet Blockchain for Impact (BFI) : *Fostering Open, Transparent, Competitive, And Financially Sound Markets*, Place des Nations Unies, New York, NY, 4 juin 2018, www.cftc.gov/PressRoom/SpeechesTestimony/opabehnam7).

PILIER DE LA TECHNOLOGIE

Au départ, le Bitcoin, par exemple, était utilisé surtout pour les jeux de hasard et pour des activités criminelles sur le Web invisible (*dark web*)³⁰. De nos jours, bien que le volume d'activité économique sur le Web invisible soit à peu près le même qu'il y a quelques années, le grand changement réside dans le fait que l'utilisation de cryptomonnaies à des fins d'investissement en éclipse l'utilisation illicite. À titre d'exemple, Blockchain.com Research estime à plus de 30 millions le nombre de personnes qui détiennent de la cryptomonnaie, ce qui a considérablement augmenté par rapport à 2017, année où on estimait que ce nombre se situait entre 5 et 10 millions³¹.

Dans le cas des cryptomonnaies, la complexité et la difficulté d'utilisation expliquent en partie le manque d'adoption à ce jour. Lorsqu'il est question de valeur financière, les gens veulent un instrument qui soit facile à comprendre et à utiliser.

Les cryptomonnaies ont besoin d'un effet réseau (c'est-à-dire un effet d'entraînement et un élan subséquent) pour en stimuler l'adoption. Compte tenu de la concurrence dans le cryptospace, la prépondérance du bitcoin a chuté. Cette concurrence pourrait nuire à l'effet réseau du bitcoin et empêcher quelque cryptomonnaie que ce soit d'acquérir l'effet réseau souhaité pour gagner des milliards d'utilisateurs. Voici d'autres facteurs pouvant contribuer au manque d'enthousiasme envers les cryptomonnaies :

- Incidence environnementale – Le problème d'utilisation énergivore pourrait être réglé par de nouveaux algorithmes de consensus; toutefois, à l'heure actuelle, ces algorithmes constituent une réelle préoccupation pour de nombreuses personnes et découragent certains utilisateurs.
- Mauvais calcul de la stratégie d'entreprise – Le bitcoin et les autres cryptomonnaies pourraient être plus utiles dans des pays où les systèmes financiers sont moins développés et où l'inflation est instable (par exemple, en Afrique subsaharienne et en Amérique du Sud) que dans les régions où leur utilisation est maintenant plus généralisée (États-Unis, Europe, Asie)³².

Le principal obstacle à une adoption élargie de cryptomonnaie pour effectuer les paiements de la vie quotidienne, par exemple pour payer son café, c'est que très peu de gens sont en fait *payés* en cryptomonnaie. Tant que cette situation perdurera, il est très peu probable qu'une cryptomonnaie devienne largement utilisée comme argent comptant ou en tant que système de paiement en monnaie fiduciaire. Cela dit, il existe un groupe qui est déjà payé en cryptomonnaie, et il s'agit des machines qui minent la cryptomonnaie.

30 Visible sur Internet, non indexé par les moteurs de recherche, mais accessible seulement par un logiciel spécial permettant aux utilisateurs de demeurer anonymes.

31 Hileman, Garrick et Michel Rauchs, *2017 Global Cryptocurrency Benchmarking Study* (https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2965436).

32 Hileman, Garrick, *The Bitcoin Market Potential Index, 2014* (<https://ssrn.com/abstract=2752757>).

PILIER DE LA TECHNOLOGIE

Les machines qui sous-tendent les chaînes de blocs sont rémunérées en cryptomonnaie pour le traitement des transactions et l'exécution de l'algorithme de consensus. Si l'économie machine à machine connaît une croissance, et que la monnaie physique de cette économie est la cryptomonnaie, les services qui y sont offerts seront payés au moyen de sa monnaie. Par conséquent, l'économie machine à machine pourrait devenir le facteur clé d'une utilisation accrue de la cryptomonnaie pour effectuer des paiements.

Dans l'immédiat, les gens utilisent principalement la cryptomonnaie à titre *d'actif durable* ou d'investissement. Par exemple, le bitcoin offre des unités fixes dont la valeur n'augmente pas en fonction des augmentations de prix, contrairement à ce qui se passe avec l'or ou d'autres marchandises. Ironiquement, on peut dire que le plus durable des actifs de l'histoire est virtuel.

Les défis de l'ère de la cryptodécentralisation : Que faut-il faire à présent?

Andreas Veneris, professeur, Université de Toronto, Département de génie électrique et de génie informatique, et

Ryan Berryhill, doctorant (2019), Université de Toronto, Département de génie électrique et de génie informatique

Introduction

Bitcoin. Ethereum. Chaîne de blocs. Cryptoéconomie. Au cours des dernières années, ces mots ont fait les grands titres partout dans le monde. La promesse de « technologies décentralisées fondées sur des registres » a créé un niveau d'engouement pour la technologie qui n'avait pas été vu depuis les années 1990 et l'essor d'Internet. À l'origine plutôt étroitement liée au concept d'« argent électronique », la gouvernance entièrement décentralisée, du fait de sa probable adoption généralisée et de la philosophie technologique qui la sous-tend, est une promesse de changement à l'échelle mondiale concernant :

- le commerce et la finance;
- les gouvernements et la réglementation;
- la protection des renseignements personnels;
- la sécurité nationale;
- les lois;
- les droits de propriété;
- les soins de santé;
- le tissu socioéconomique.

Cet article se veut une introduction au Bitcoin et à l'Ethereum. Il donne aussi un aperçu de l'avenir de la technologie de la chaîne de blocs et des défis qu'elle engendre dans la sphère universitaire et industrielle.

L'adoption généralisée d'Internet et des téléphones intelligents élargit davantage encore la portée de la technologie, qui touche ainsi des milliards de personnes dans des pays n'ayant pas accès à un système financier fiable ou à des infrastructures innovantes.

Bitcoin : un registre distribué

En 2009, Bitcoin a instauré le premier système de monnaie électronique de pair à pair dans le monde, mis en œuvre à titre de registre de transactions monétaires sous la forme d'une chaîne de blocs fondée sur la preuve de travail. Les systèmes de monnaie électronique existaient déjà avant le Bitcoin, mais aucun n'avait résolu le problème fondamental de la double dépense dans un réseau pair à pair décentralisé. Ce genre de système s'appuyait plutôt sur un tiers (une entité centralisée) pour effectuer la tenue de livres, ce qui exigeait une confiance envers le système et y introduisait un point de défaillance centralisé.

L'approche Bitcoin est révolutionnaire parce que :

- les transferts de bitcoins (par exemple pour les paiements) n'ont pas besoin du système financier, et n'importe qui peut y participer;
- la valeur du bitcoin en tant qu'argent est entièrement déterminée par le marché, et aucun gouvernement ni autorité centrale n'a d'influence directe sur sa valeur;
- les frais de transaction sont (en principe) déterminés de façon transparente par la concurrence des parties qui assurent la sécurité du réseau;
- la durée des transactions transfrontalières représente une fraction de celle des virements électroniques, et ces transactions sont beaucoup moins compliquées pour l'utilisateur;
- les transactions financières et les niveaux d'activité sont transparents.

Transactions homologuées sur le plan cryptographique

Dans le monde du Bitcoin, l'utilisateur crée une transaction sous la forme d'un message du genre : « Je, Robert, envoie quatre bitcoins à Alice. » Pour assurer la confiance à l'égard du réseau, le message doit répondre aux critères suivants :

- Authentification – Il ne peut venir que de Robert.
- Intégrité – Il ne peut pas être modifié par d'autres personnes.
- Non-répudiation – Robert ne peut pas ultérieurement se rétracter.

Pour garantir le respect de ces critères, Robert doit joindre sa signature numérique cryptographique à la transaction, laquelle est stockée dans le registre numérique qui accompagne la transaction. Le registre stocke une chaîne de signatures numériques qui relie la création d'un jeton à son propriétaire actuel, ce que n'importe qui peut vérifier.

Résoudre le problème de la double dépense

Les problèmes liés à l'authentification, à l'intégrité et à la non-répudiation ont été résolus dans une large mesure dans le système de monnaie électronique qui a précédé le Bitcoin. Le problème de la double dépense (qui se pose si Robert envoie quatre bitcoins à Alice et qu'il envoie en même temps quatre bitcoins à quelqu'un d'autre, voire à lui-même) n'avait

PILIER DE LA TECHNOLOGIE

pas encore été résolu. Une autorité centralisée devait comptabiliser ces transactions, mais Alice ne pouvait pas être certaine que l'historique de la transaction ne serait pas changé par l'autorité centralisée dans l'avenir, même si cet historique était stocké sur un réseau pair à pair.

Fondamentalement, il est très difficile de s'entendre sur une version de l'historique lorsqu'on s'appuie sur un réseau de pairs, plutôt que sur un tiers de confiance. La solution à ce problème était l'innovation clé du Bitcoin : la preuve de travail de la chaîne de blocs. Une fois signée par l'expéditeur, une transaction se répand dans le réseau pair à pair de mineurs (c'est-à-dire les ordinateurs qui font fonctionner le réseau). Les mineurs rivalisent dans le cadre d'une espèce de loterie décentralisée grâce à laquelle le vainqueur gagne le droit d'ajouter un nouveau bloc de transactions au registre et reçoit une récompense sous forme de tout nouveaux bitcoins. Cette loterie, appelée preuve de travail, est une course intensive axée sur les calculs qu'effectuent les mineurs en vue de résoudre un casse-tête cryptographique. Le mineur sorti vainqueur de cette course, dont la solution est facilement vérifiée par le reste du réseau, diffuse :

- un bloc, composé d'une liste de transactions;
- une référence au bloc précédent de transactions;
- un nonce (c'est-à-dire une relique du processus de minage).

Dans une opération type, le bloc est ensuite considéré comme étant adjoint au registre.

Cependant, si deux mineurs ou plus résolvent le casse-tête à peu près en même temps, cet événement s'appelle une fourche (c'est-à-dire qu'il y a deux chaînes incompatibles). Le processus de fourche rend les calculs insolubles. La règle qui s'applique alors pour choisir la tête de la chaîne est la suivante : la plus longue chaîne valide (c'est-à-dire celle qui a cumulé le plus de preuve de travail) constitue la seule chaîne valide. L'application de cette règle permet habituellement que les fourches se résolvent d'elles-mêmes.

Cette règle simple de la plus longue chaîne qui est déterminée par la quantité de preuve de travail a de profondes répercussions : elle permet de résoudre le problème de la double dépense. Dans le cadre du processus de minage, les mineurs sont contraints de s'en tenir à un état spécifique du registre, à savoir celui que décrivent toutes les transactions menant au bloc auquel renvoient le condensé du bloc précédent et la liste des transactions du bloc actuel. Tout travail exécuté en regard de cette version de l'historique ne peut pas être réutilisé relativement à un autre historique. Par exemple, si Robert utilise quatre bitcoins pour acheter une pointe de pizza à Alice, mange la pointe, et veut ensuite fourcher la chaîne pour recouvrer ses quatre bitcoins, il est peu probable qu'il y parvienne. Même en utilisant une quantité extraordinaire de calculs très coûteux (d'une ampleur excédant la capacité du

reste du réseau Bitcoin), ses chances du succès seraient minces parce que de nouveaux blocs (dont chacun représente des centaines de transactions) auraient déjà été ajoutés à la chaîne par d'autres mineurs.

Le « troisième » registre

La comptabilisation des bitcoins présente les caractéristiques suivantes :

- Entente à l'égard d'une réalité objective;
- Transactions convenues entre deux parties externes, scellées au moyen de protocoles cryptographiques;
- Écritures de la chaîne de blocs servant de reçu et de transaction, de sorte que la falsification ou la suppression d'écritures demeure une tâche fondamentalement impossible;
- Chaîne de blocs jouant le rôle de « troisième » registre public, distribué, intégré, permanent et transparent pour tous, plutôt que les deux registres indépendants de la comptabilité en partie double.

COMMENT LA COMPTABILITÉ POURRAIT-ELLE CHANGER?

ANDREAS VENERIS : La comptabilité sera l'un des principaux domaines qui seront touchés par cette technologie. Rien ne changera vraiment en ce qui a trait à la façon dont nous *faisons les choses* en matière de comptabilité. Le plus gros changement aura lieu au niveau de l'enregistrement. En ayant une tierce partie pour laquelle la confiance n'entre plus en ligne de compte et qui agit comme le registre d'or où se trouvent toutes les transactions, nous atteindrons un niveau de transparence qui n'existe pas à l'heure actuelle. À ce stade, tout le monde pourra effectivement vérifier que les livres concordent.

La principale innovation réside dans le changement de façon d'appréhender les choses pour se dire qu'une autorité centrale n'est plus nécessaire et qu'il est possible de se tourner vers une machine centralisée digne de confiance que tout le monde peut voir.

Ethereum : une plateforme informatique distribuée

Une autre innovation majeure de la chaîne de blocs a vu le jour à Toronto alors que Vitalik Buterin, décrocheur de l'Université de Waterloo âgé de 18 ans, dirigeant d'une équipe mondiale de développeurs, a lancé le réseau Ethereum, en 2015. Ethereum généralise le concept de la chaîne de blocs instauré par Bitcoin. Dans Bitcoin, les transactions

PILIER DE LA TECHNOLOGIE

sont simplement des transferts d'argent; en revanche, Ethereum soutient des programmes complets au sens de Turing, appelés contrats intelligents³³, qui ont la capacité de stocker leur état dans la chaîne de blocs. Chaque transaction est l'une des suivantes :

- Un simple transfert d'argent;
- La création d'un contrat intelligent qui téléverse son code dans la chaîne de blocs;
- L'exécution du code (c'est-à-dire un ensemble d'états logiciels transitoires) contenu dans un contrat intelligent qui a déjà été déployé sur Ethereum.

Ethereum met en œuvre la vision de Nick Szabo dans les années 1990 d'organisations autonomes décentralisées (*decentralized autonomous organizations*, ou DAO)³⁴. M. Buterin décrit les DAO comme des contrats intelligents à long terme qui contiennent les actifs et encodent les règlements administratifs de l'ensemble d'une organisation³⁵.

Les contrats intelligents décentralisés d'Ethereum présentent un tout nouvel ensemble d'occasions qui sont aussi diversifiées que :

- le commerce décentralisé;
- la négociation décentralisée de valeurs mobilières;
- la gestion entièrement automatisée de la chaîne logistique;
- la mise en application et les transferts automatiques des droits de propriété des artistes.

Les contrats intelligents comportent leur lot de défis. Par exemple, le programme d'un contrat intelligent pourrait accroître la taille de la chaîne de blocs en créant une boucle infinie ou en stockant beaucoup d'états / de données. Ethereum permet de résoudre les problèmes de ce genre en facturant une certaine quantité de « carburant » (c'est-à-dire l'Ether) au titre des calculs. Ainsi, un utilisateur qui demande un calcul doit envoyer une certaine quantité d'Ether ainsi que le prix du carburant qu'il est disposé à payer aux mineurs pour l'exécution du calcul. Chaque étape du calcul dans le programme coûte une quantité de carburant proportionnelle au coût du calcul assumé par les mineurs.

Un aspect important est qu'Ethereum n'est pas un superordinateur. Il s'agit plutôt d'une plateforme informatique extrêmement limitée dont l'utilisation est très coûteuse. Toutefois, son avantage est de permettre à quiconque d'effectuer des calculs avec état et auditable

33 Buterin, Vitalik, *Ethereum White Paper: A Next Generation Smart Contract & Decentralized Application Platform* (https://cryptorating.eu/whitepapers/Ethereum/Ethereum_white_paper.pdf, s. d.), p. 1.

34 Szabo, Nick, « Formalizing and Securing Relationships on Public Networks », *First Monday* v.2 (9) (<https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>.DOI:<http://dx.doi.org/10.5210/fm.v2i9.548>, 1^{er} septembre 1997).

35 Buterin, Vitalik, *ibid.*

sans qu'il soit nécessaire de faire confiance à une autorité centralisée pour attester que, par exemple, un casino qui fonctionne en Ethereum joue franc jeu. En théorie, le code est à la disposition de tous les participants à un audit pour vérifier qu'ils ne sont pas floués.

Les principaux défis à venir

La technologie de la chaîne de blocs fait face à plusieurs obstacles technologiques et réglementaires.

Adaptabilité

Au moment de la rédaction de cet article, les blocs de Bitcoin se limitaient à un mégaoc-tet de transactions, ce qui limite le débit à environ sept transactions par seconde (tps). De façon similaire, le débit de l'Ethereum est de moins de 20 tps. Ce débit est faible comparativement à ceux de PayPal (200 tps) et de VISA (24 000 tps en moyenne)³⁶. En outre, étant donné que les deux protocoles utilisent la preuve de travail, ils consomment une quantité excessive de l'électricité mondiale pour maintenir leurs registres : 0,25 pour cent dans le cas du Bitcoin³⁷ et 0,04 pour cent dans celui de l'Ethereum³⁸.

Pour que la chaîne de blocs soit adoptée de façon généralisée et atteigne son plein potentiel (par exemple en soutenant l'Internet des objets³⁹), le débit doit être considérablement augmenté, et la consommation d'énergie diminuée. À ces fins, plusieurs propositions ont été faites, notamment :

- mise à l'échelle sur la chaîne : augmenter la taille des blocs;
- mise à l'échelle hors de la chaîne : permettre à certaines transactions d'être réalisées à l'extérieur de la chaîne de blocs (par exemple le cadre Plasma⁴⁰ pour l'exécution des contrats intelligents et le Lightning Network⁴¹);
- preuve d'enjeu (ou preuve de participation) : sélection de mineurs pour ajouter des blocs, au moyen d'algorithmes qui choisissent les mineurs en fonction de leur enjeu (participation) dans le système;
- graphiques acycliques dirigés et comméragé réseau : autres topologies de la chaîne de blocs.

36 Crypto Account Builders, *The Fastest Cryptocurrency Transaction Speeds for 2018* (https://medium.com/@johnhin-kle_80891/the-fastest-cryptocurrency-transaction-speeds-for-2018-498c1baf87ef, 5 octobre 2018).

37 Digiconomist, *Bitcoin Energy Consumption Index: Key Network Statistics* (<https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>, 2019).

38 Digiconomist, *Ethereum Energy Consumption Index (beta): Ethereum Network Statistics* (<https://digiconomist.net/ethereum-energy-consumption>, 2019).

39 Ornes, Stephen, *Core Concept: The Internet of Things and the explosion of interconnectivity, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* (www.pnas.org/content/113/40/11059, 4 octobre 2016).

40 Kajpust, Dave, *Blockchain Scaling Solutions: Cosmos and Plasma* (<https://medium.com/tendermint/blockchain-scaling-solutions-cosmos-and-plasma-b5ee09456f80>, 24 septembre 2018).

41 Voir Lightning Network (<https://lightning.network>, s. d.).

Contrats intelligents

Les contrats intelligents (comme les programmes logiciels) peuvent contenir des bogues. Au cours des trois dernières années, les attaques contre des contrats intelligents se sont traduites par le vol ou la destruction de centaines de millions de dollars en cryptomonnaie. En pratique, il est impossible pour la plupart des utilisateurs d'auditer des contrats intelligents afin d'en vérifier la fonctionnalité. Les techniques telles que la vérification officielle automatisée et la synthèse automatisée des contrats intelligents en sont aujourd'hui à leurs balbutiements, mais elles portent la promesse de transformer l'auditabilité des contrats intelligents en réalité pour un plus grand nombre d'utilisateurs.

Un fondement unifié pour la cryptoéconomie

La cryptoéconomie est un terme inventé par Vitalik Buterin pour décrire l'écosystème de la chaîne de blocs dans lequel les incitatifs économiques, les principes cryptographiques, le consensus décentralisé à l'égard des systèmes distribués et la théorie du jeu s'entremêlent pour constituer le fondement de la nature de l'écosystème, dans lequel la confiance n'entre plus en ligne de compte.

Les systèmes de chaîne de blocs exigent de nouvelles recherches dans le domaine de la théorie des jeux :

- Conception de mécanismes/marchés;
- Systèmes liés à la réputation;
- Jeux question et réponse;
- Jeux d'escalade;
- Incitatifs économiques appropriés pour la tolérance aux fautes dans les systèmes distribués.

Par ailleurs, étant donné que les contrats intelligents permettent à tout particulier ou à toute entreprise de générer de nouveaux jetons pour représenter son économie sous-jacente, et du fait que les actifs en vogue aujourd'hui (dont le bitcoin et l'ether) se caractérisent par une importante volatilité, l'émergence d'économies fondées sur des jetons à l'égard des registres distribués nécessite l'élaboration de nouvelles théories relatives à la gouvernance et aux politiques monétaires et fiscales, ainsi que la conception de jetons stables (c'est-à-dire des monnaies numériques qui maintiennent leur valeur lorsqu'elles sont liées à d'autres actifs, par exemple le dollar américain et l'or).

Gouvernance, réglementation et lois

La complexité technique de la chaîne de blocs sur le plan cryptographique et son caractère transfrontalier imposent des défis sans précédent pour les législateurs, les autorités de réglementation et les administrations fiscales. Souvent, les technologues de la chaîne de blocs et les autorités de réglementation ne parlent pas la même langue. Par conséquent, les

PILIER DE LA TECHNOLOGIE

organismes gouvernementaux publient des énoncés contradictoires, abstraits ou ambigus pour l'écosystème. Par exemple, les cryptomonnaies ont cours légal au Japon, sont traitées comme des valeurs mobilières aux États-Unis et au Canada, et sont considérées comme des actifs / titres / services publics en Suisse, mais elles sont interdites au Bangladesh et au Vietnam. Cette disparité :

- crée un environnement réglementaire incertain pour les nouvelles entreprises;
- amplifie les déséquilibres réglementaires à l'échelle internationale;
- encourage les flux de capitaux vers les pays qui favorisent l'hébergement de tels écosystèmes.

Tous ces aspects demandent un effort mondial afin de réglementer la chaîne de blocs.

Introduction à la chaîne de blocs d'IBM pour les entreprises

Peter Patterson, leader du marché des chaînes de blocs au Canada pour IBM

Contexte

Le cryptomonde du Bitcoin, de l'Ethereum et autres jetons a sa place, mais ce que nous tentons de mettre sur pied chez IBM, c'est une chaîne de blocs du point de vue des entreprises.

Différents types de chaînes de blocs

Alors que toutes les chaînes de blocs visent à fournir la preuve irréfutable qu'un ensemble de transactions est survenu entre des participants, il existe différents types de chaînes de blocs. Par exemple, le Bitcoin est un exemple de chaîne de blocs publique, sans permission. En tant que première application de la chaîne de blocs, il définit une monnaie factice et son registre, et mobilise beaucoup de ressources. En clair, il est anonyme, pose certains enjeux de sécurité, et n'est pas très respectueux de l'environnement.

En général, les chaînes de blocs pour les entreprises nécessitent une permission, sont privées, accordent la priorité à l'identité plutôt qu'à l'anonymat, ont recours à une approbation sélective (c'est-à-dire qu'il y a entente sur les critères de succès) plutôt qu'à un système de vérification des transactions fondé sur la preuve de travail, et traitent des actifs plutôt que de la cryptomonnaie.

En 2014, une équipe d'IBM, qui se faisait appeler le *Chain Gang*, a commencé à se demander en quoi et pourquoi la chaîne de blocs deviendrait importante. Son premier projet (avec Samsung), qui portait le nom d'ADEPT, pour Autonomous Decentralized Peer-to-Peer Telemetry (télémétrie pair à pair décentralisée et autonome), utilisait le révolutionnaire Ethereum comme chaîne de blocs sous-jacente pour régler les transactions. De façon simplifiée, le concept était celui de machines à laver, connectées à un réseau, qui pouvaient s'autoapprovisionner⁴².

Le faible nombre de transactions pouvant être traitées par seconde, comparativement aux milliers de transactions par seconde qu'exige une grande entreprise, s'est révélé un problème fondamental apparent de la chaîne de blocs. IBM a donc créé sa propre chaîne de

42 Note du rédacteur : Pour en savoir plus sur le projet ADEPT, voir Higgins, Stan, 2015, « IBM reveals proof of concept for blockchain-powered internet of things », *coindesk*. Disponible au <https://www.coindesk.com/ibm-reveals-proof-concept-blockchain-powered-internet-things>.

blocs et a décidé très tôt que, pour qu'il y ait un effet réseau⁴³, il fallait que cette chaîne de blocs soit une technologie libre et non la propriété d'IBM. Le code a donc été transmis à la Fondation Linux, qui regroupe des experts en gestion de projets collaboratifs. C'est ainsi qu'a vu le jour Hyperledger, une chaîne de blocs libre pour les entreprises⁴⁴.

Cet article se penche sur les caractéristiques de la chaîne de blocs pour les entreprises ainsi que sur les problèmes qu'elle pourrait permettre de résoudre. Ces problèmes sont illustrés au moyen de projets en production et de cas d'utilisation réels qui franchissent les frontières industrielles grâce à la collaboration.

Réseaux d'entreprises avant et après la chaîne de blocs

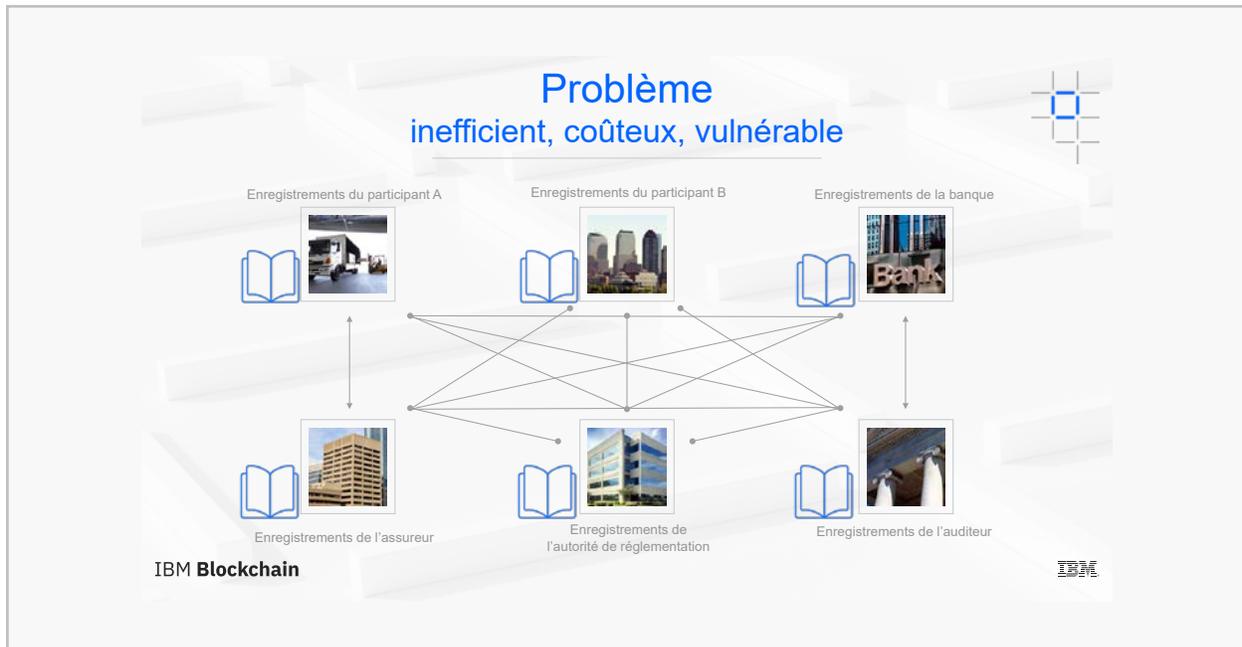
Avant la chaîne de blocs

La figure 1 représente le statu quo pour la plupart des réseaux d'entreprise (c'est-à-dire les réseaux avant la chaîne de blocs). Les participants mettent à jour leurs propres registres pour documenter les opérations commerciales à mesure qu'elles surviennent. Ce chevauchement des efforts, auquel s'ajoute la marge des intermédiaires au titre de leurs services, est *coûteux*. Il est aussi clairement *inefficace*, puisque le contrat (c'est-à-dire les conditions commerciales à remplir) est dupliqué par chacun des participants au réseau. Il est également *vulnérable* parce que, si un incident compromet un système central (par exemple une banque), l'intégralité du réseau d'entreprises est touchée. Un incident pourrait être une fraude, une cyberattaque ou une simple erreur.

43 Note du rédacteur : Pour en savoir plus sur l'effet réseau, voir l'article de M. Hileman contenu dans ce document.

44 IBM ne possède pas Hyperledger Fabric; il s'agit d'un outil libre. IBM a élaboré une plateforme d'infrastructure et certains outils, mais n'importe qui peut télécharger gratuitement Fabric. IBM est un acteur majeur au sein d'un consortium, mais elle s'attend à ce que son rôle s'atténue au fil du temps, à mesure que la collaboration augmentera. Pour les entreprises, IBM pose les limites du système et le modifie.

FIGURE 1 : RÉSEAUX D'ENTREPRISES AVANT LA CHAÎNE DE BLOCS



Après la chaîne de blocs

La figure 2 illustre la solution possible aux « problèmes qui existaient avant » que peut offrir la chaîne de blocs aux réseaux d'entreprises.

FIGURE 2 : RÉSEAUX D'ENTREPRISES APRÈS LA CHAÎNE DE BLOCS



PILIER DE LA TECHNOLOGIE

L'architecture de la chaîne de blocs permet aux participants de *partager* un registre qui est mis à jour chaque fois que survient une transaction, grâce à la reproduction de pair à pair. La cryptographie permet d'assurer que les participants au réseau ne voient que les parties du registre qui les concernent (selon le principe du besoin de connaître), et que les transactions sont sécurisées, authentifiées et vérifiables.

La chaîne de blocs permet aussi le recours aux contrats intelligents pour que le transfert d'actifs (autrement dit, les conditions en vertu desquelles la transaction peut survenir) soit incorporé dans la base de données de la transaction.

Les participants au réseau s'entendent au moyen d'un consensus (ou d'un autre mécanisme) quant à la manière dont les transactions seront vérifiées. Le nombre de participants est le même qu'avant (c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas d'une forme de disparition des intermédiaires), mais la surveillance gouvernementale, la conformité et l'audit peuvent faire partie du même réseau.

Les quatre principes fondamentaux de la chaîne de blocs pour les entreprises sont les suivants :

- Consensus : Tous les participants s'entendent sur le fait qu'une transaction est valide.
- Provenance : Les participants savent d'où vient l'actif et connaissent l'évolution de sa propriété au fil du temps.
- Immutabilité : Aucun participant ne peut altérer une transaction une fois qu'une entente est intervenue à son égard. Si une transaction était erronée, alors une nouvelle transaction doit être utilisée pour annuler l'erreur, et les deux doivent demeurer visibles.
- Finalité : Il y a *un* endroit pour déterminer la propriété d'un actif ou la conclusion d'une transaction. C'est le registre partagé qui remplit cette fonction.

SELON VOUS, QUELS DOMAINES SERONT LES PLUS TOUCHÉS PAR LA CHAÎNE DE BLOCS?

PETER PATTERSON : À part notamment les services financiers, je pense que les pouvoirs publics et l'engagement citoyen sont des domaines à fort potentiel. Par exemple, on pourrait impliquer les citoyens d'une toute nouvelle façon, ou encore créer une nouvelle valeur pour permettre aux électeurs de se faire entendre. **De façon générale, toutefois, tout l'intérêt se porte actuellement sur la chaîne logistique.**

Exemples concrets

Afin de faire en sorte que les réseaux de la chaîne de blocs aient un sens, IBM met à contribution des technologues, tout en collaborant avec des organisations issues d'autres domaines d'expertise pour élaborer des projets ayant une large applicabilité, comme le démontrent les trois exemples suivants.

Exemple 1 – Food Trust : Un « moteur de provenance » pour faire le suivi des aliments de la ferme à l'assiette

Les rappels d'aliments ont une réelle incidence économique. En 2006, l'ensemble des épinards ont été retirés des rayons d'épicerie, et tous les producteurs d'épinards en ont subi le contrecoup alors que les épinards d'un seul fournisseur étaient porteurs de la bactérie *E. coli*, ce qui a néanmoins rendu des centaines de personnes malades⁴⁵. À titre d'exemple de fraude alimentaire, mentionnons le cas des 13 magasins Walmart qui ont été fermés en Chine occidentale en 2011⁴⁶ lorsque de la viande a été étiquetée à tort comme étant biologique. Même si les magasins n'étaient pas la source du problème, ils ont été perçus comme coupables par association. À l'époque, il fallait beaucoup de temps pour retracer l'origine d'un problème.

En raison de cet épisode et de nombreux autres incidents qui ont touché plusieurs détaillants, l'ancien chef de la sécurité alimentaire de Walmart, Frank Yiannis, s'est montré extrêmement intéressé à en savoir plus sur la recherche commanditée par IBM en vue d'identifier les pathogènes présentant une possibilité de maladie d'origine alimentaire. En collaboration initialement avec Walmart, puis maintenant avec neuf autres géants de l'alimentation, dont Dole, Nestlé et Unilever, IBM a élaboré un « moteur de provenance » qui utilise la technologie de la chaîne de blocs pour faire le suivi des aliments de la ferme à l'assiette.

D'abord établi en mettant l'accent sur la lutte contre les maladies d'origine alimentaire, le logiciel Food Trust⁴⁷ d'IBM a maintenant pour but de rendre la chaîne logistique alimentaire transparente en faisant le suivi numérique des produits alimentaires d'un écosystème de fournisseurs jusqu'au consommateur.

La chaîne de blocs Food Trust (figure 3) présente un registre permanent des transactions relatives à la chaîne logistique alimentaire, des renseignements numériques sur les produits (par exemple précisions sur la ferme d'origine), des données sur le traitement et des

45 McChesney, John, *FDA Links Spinach E. Coli Risk to Calif. Company* (www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=6084158, 15 septembre 2006).

46 Reuters, *Wal-Mart workers detained in China pork probe* (www.reuters.com/article/walmart-china/wal-mart-workers-detained-in-china-pork-probe-idUSN1E79A08O20111011, 11 octobre 2011).

47 Pour obtenir de plus amples renseignements, voir le site d'IBM, *IBM Food Trust: adding trust and transparency to our food* (s. d.) [page Web et vidéo]. Disponible au www.ibm.com/blockchain/solutions/food-trust?cm_mmc=OSocial_Youtube-_-Blockchain+and+Watson+Financial+Services_Blockchain-_-WW_WW-_-Walmarts+food+safety+solution+using+IBM+Food+Trust+built+on+the+IBM+Blockchain+Platform+Description+Food+Trust+Webpage&cm_mmca1=000026VK&cm_mmca2=10008219&.

PILIER DE LA TECHNOLOGIE

précisions sur l'expédition qui sont numériquement liés aux articles alimentaires. Le registre partagé stocke également la documentation relative à la conformité numérique, les résultats des tests et les certificats d'audit.

Dans une vidéo⁴⁸ expliquant ce qu'est Food Trust, Frank Yiannis indique que le délai d'identification de la source des mangues a diminué après la mise en œuvre du logiciel, passant de six jours ou plus à 2,2 secondes. La vitesse et l'exactitude du système signifient que les rappels sont plus rapides (améliorant la sécurité alimentaire) et ciblés (réduisant les répercussions économiques).

En outre, le logiciel aide à gérer les stocks de façon plus serrée, permet de réduire le gaspillage et les déchets, et favorise l'efficacité et la visibilité de la chaîne logistique.

FIGURE 3 : LA CHAÎNE DE BLOCS FOOD TRUST



Exemple 2 – Maersk : Numérisation des échanges

Maersk, la plus grande société d'expédition dans le monde, en partenariat avec IBM, a établi une plateforme de numérisation des échanges mondiaux (maintenant appelée TradeLens⁴⁹) au moyen de la chaîne de blocs libre d'Hyperledger.

48 Anonyme, 22 août 2017, *Walmart's food safety solution using IBM Food Trust built on the IBM Blockchain Platform* [YouTube]. Disponible au www.youtube.com/watch?v=SVOKXBxSoio.

49 Pour obtenir de plus amples renseignements, voir Anonyme, 2019, *TradeLens: Digitizing the global supply chain* [site Web et vidéo]. Disponible au www.tradelens.com.

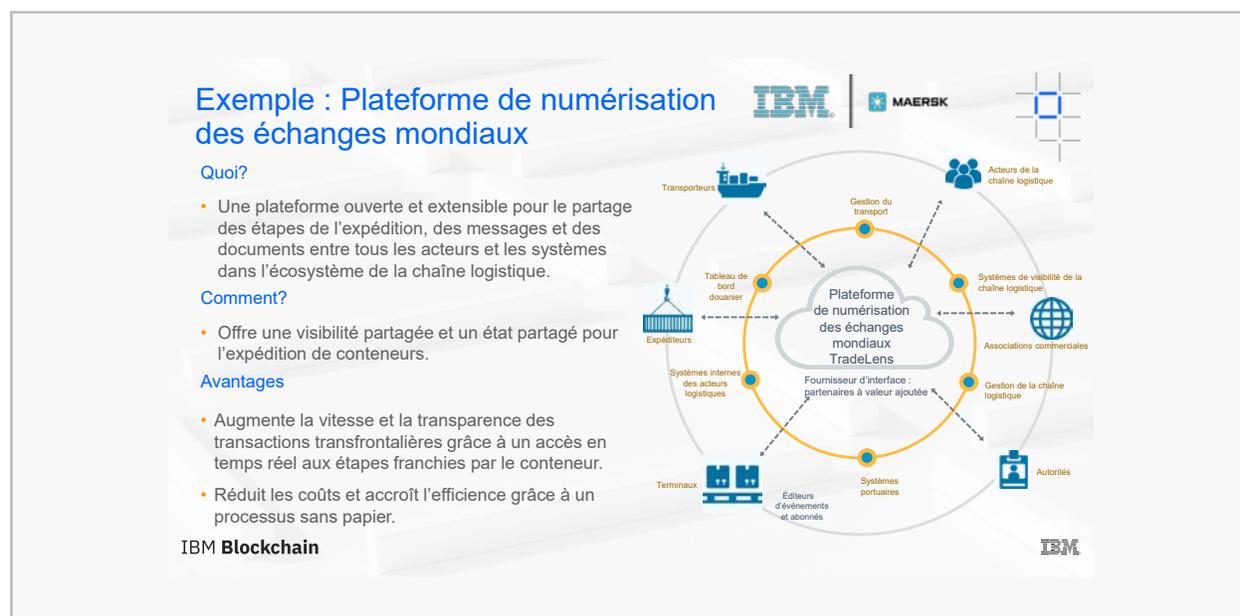
PILIER DE LA TECHNOLOGIE

Le premier projet visé concernait une cargaison d'avocats allant de Mombasa jusqu'au port de Rotterdam, une expédition dans le cadre de laquelle intervenaient 30 acteurs, plus d'une centaine de personnes et plus de 200 échanges sur papier. Si tous ces documents papier pouvaient être numérisés et remplacés par un système de confiance, les différentes étapes du voyage pourraient être mieux organisées, les ports recevraient les documents avant l'arrivée de la cargaison, les changements seraient traités plus rapidement, et les temps d'attente au port ainsi que les frais de gerbage (c'est-à-dire d'entreposage) avant le transport intérieur seraient réduits. Le transport intermodal serait plus rapide, moins cher et plus efficient.

La numérisation du processus de la chaîne logistique d'un bout à l'autre au moyen de TradeLens (figure 4) peut accroître la transparence et la sécurité parmi tous les partenaires commerciaux, réduire la fraude et les erreurs, diminuer le temps que les produits passent en transit et abaisser le gaspillage et les coûts. La chaîne de blocs permet un suivi en temps réel pour l'expédition des biens entre de multiples points de contrôle de la chaîne d'approvisionnement partout dans le monde.

Au Canada, l'Agence des services frontaliers du Canada (ASFC), le Port de Montréal, le Port d'Halifax et le Canadien National se sont tous engagés à utiliser ce produit, tout comme l'ont fait près d'une centaine d'entreprises dans d'autres pays.

FIGURE 4 : NUMÉRISATION DES ÉCHANGES : TRADELENS



Exemple 3 – Énergie transactive : Le projet Spark

Chaque province a son propre réseau de distribution d'électricité exploité par un opérateur de système provincial. L'opérateur de système provincial répond à la demande d'électricité en temps réel à partir de toutes les sources disponibles, c'est-à-dire non seulement les centrales électriques, mais aussi les ressources d'énergie distribuées qui sont connectées au réseau de distribution (notamment les panneaux solaires sur les toits, les batteries, y compris celles des véhicules électriques, les petits barrages hydroélectriques, les surplus énergétiques industriels). La gestion de toutes les ressources distribuées (c'est-à-dire le volet approvisionnement) pose défi, car ces ressources entrent dans le réseau de distribution et en sortent à tout moment.

La fonction de l'opérateur de système provincial est aussi de fournir de l'électricité de façon équilibrée (c'est-à-dire sans restrictions à la consommation ni pannes de courant). À titre illustratif, supposons que tout le monde conduise un véhicule électrique et le branche pour recharge complète dès l'arrivée à la maison le soir. Supposons aussi que l'opérateur de système provincial n'ait pas prévu cette demande excessive d'électricité. Il pourrait alors devoir se tourner vers le marché au comptant pour acheter de l'électricité auprès d'autres opérateurs de réseau de distribution. Étant donné que l'un de ses rôles est d'établir les tarifs et de planifier les besoins énergétiques futurs, l'opérateur de système provincial pourrait décider d'augmenter les tarifs, ou déterminer que des infrastructures électriques supplémentaires (centrales, poteaux, câblage) sont nécessaires. Les deux options sont impopulaires et onéreuses.

La chaîne de blocs et le projet Spark entrent en jeu au niveau de la gestion du volet demande (en changeant le comportement des consommateurs) et de la facilitation du volet approvisionnement (en trouvant ces ressources d'énergie distribuées et en les ajoutant au réseau de distribution). C'est ce qu'on appelle l'énergie transactive, et celle-ci est la voie de l'avenir car elle utilise des microréseaux de distribution et met à profit le partage d'énergie de pair à pair.

Reprenons l'exemple des véhicules électriques, et supposons que l'opérateur de système provincial ait rédigé un contrat concernant la chaîne de blocs à l'intention des propriétaires de tels véhicules et qu'il ait évalué leur comportement en matière de consommation d'électricité. Si lesdits propriétaires procédaient à une recharge de maintien de leur véhicule en période de faible demande, plutôt que de faire une recharge complète en période de pointe, ils obtiendraient un jeton (c'est-à-dire un Spark). En outre, s'ils permettaient à l'opérateur de système provincial de *prendre de l'énergie à même* la batterie de leur véhicule électrique en période de pointe, les dépenses en infrastructure seraient réduites et les propriétaires concernés obtiendraient un autre Spark.

PILIER DE LA TECHNOLOGIE

Le Spark est un exemple de jeton stable sur Hyperledger Fabric qui est garanti par une monnaie fiduciaire. Le détenteur d'un tel jeton pourrait l'utiliser auprès de n'importe quel commerçant au Canada et payer au moyen d'une application portefeuille sur un téléphone. Le système Interac permettrait de conclure la transaction. Les capitaux de l'opérateur de système provincial pour les dépenses en infrastructures reportées se trouveraient dans un compte bancaire auprès d'une des banques du Canada. Les commerçants ne sauraient même pas que le Spark est un jeton; à leurs yeux, il passerait pour de l'argent. Le propriétaire d'un véhicule électrique pourrait encaisser le Spark au moyen d'un transfert de fonds électronique qu'il se ferait à lui-même.

Ce qu'il y a de magique avec ce système, c'est son incidence sur les crédits compensatoires d'émissions de carbone. On sait d'où provient cet électron et s'il s'agit ou non d'une énergie verte. On sait aussi à quel moment il a été généré, qui le possède, qui l'a vendu et qui l'a acheté. Pour une entreprise, il est important de savoir que l'électron pourrait donner droit à des crédits compensatoires d'émissions de carbone et qu'il pourrait être pris en compte dans ses mesures de durabilité pour obtenir des crédits d'impôt. Les cotes que l'entreprise obtient au regard des critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) pourraient en fait lui permettre d'obtenir un financement à moindre coût auprès de banques novatrices (par exemple BNP Paribas en Europe).

Le projet Spark est un exemple de la puissance des technologies à chaînes de blocs pour échanger *différentes formes de valeur* au sein d'un réseau *intersectoriel* dans lequel des partenaires non traditionnels peuvent collaborer en vue d'innover, d'élaborer de nouvelles propositions de valeur et d'optimiser les coûts, les risques et les capitaux grâce à des marchés et à des plateformes numériques.

QUELLES COMPÉTENCES LES ÉQUIPES QUI ONT MIS EN ŒUVRE AVEC SUCCÈS LES TECHNOLOGIES À CHAÎNES DE BLOCS DANS LEURS SYSTÈMES AVAIENT-ELLES EN COMMUN, EN PLUS DE CELLES EN MATIÈRE DE TECHNOLOGIE ET DE SCIENCES INFORMATIQUES?

PETER PATTERSON : Des compétences fondamentales en technologie sont essentielles au sein d'une équipe, mais les équipes ayant le mieux réussi sont celles dont les membres avaient aussi une connaissance approfondie du secteur, par exemple parce que certains d'entre eux détenaient un MBA et avaient un bagage technologique et une vision claire du secteur d'activité.

En ce qui a trait aux rôles et aux titres, c'est habituellement avec des groupes de planification avancée et des groupes et équipes se consacrant à l'innovation que j'obtiens les meilleurs résultats et les idées les plus fructueuses. **Je pense que le travail des comptables et des avocats prendra de plus en plus de valeur au fil du temps alors que la mise en œuvre de projets ira en augmentant.**

Rampe de lancement de la CVMO et innovation

Pat Chaukos, directrice adjointe, Commission des valeurs mobilières de l'Ontario (CVMO)

Introduction – Qu'est-ce que la rampe de lancement de la CVMO?

En tant qu'organisme de réglementation, la Commission des valeurs mobilières de l'Ontario (CVMO) veille à l'application et au respect de la *Loi sur les valeurs mobilières* de l'Ontario, qui a pour objet :

- de protéger les investisseurs contre les pratiques déloyales, irrégulières ou frauduleuses;
- de favoriser des marchés financiers justes et efficaces et la confiance en ceux-ci;
- de contribuer à la stabilité du système financier et à la réduction du risque systémique⁵⁰.

Au cours des dernières années, l'innovation technologique est le facteur qui a le plus perturbé le secteur financier et les marchés financiers. Elle a transformé les comportements et les attentes des consommateurs et des investisseurs, faisant sentir sa présence sans égard aux frontières et aux secteurs d'activité, et elle a changé notre perception du mot « rapide ». Elle a en outre favorisé l'apparition de nouveaux actifs et modèles d'affaires n'entrant pas tout à fait dans les cadres réglementaires existants.

En tant qu'autorité de réglementation, la CVMO joue un rôle crucial au chapitre de l'intégration des innovations qui voient le jour dans le marché, permettant aux marchés financiers de l'Ontario de demeurer concurrentiels sur le plan international. La création de la Rampe de lancement de la CVMO, en 2016, visait à refléter la nécessité que la réglementation des valeurs mobilières suive le rythme de l'innovation dans le domaine de la technologie financière (fintech). Nous avons reconnu que nous devions investir des ressources pour comprendre les développements et les tendances en fintech, ainsi que les défis uniques auxquels doivent faire face les entreprises. La Rampe de lancement de la CVMO a pour but d'adopter une approche moderne à l'égard de la réglementation des valeurs mobilières, afin d'aider les innovateurs à s'y retrouver dans les règles, tout en permettant à la Commission de remplir son mandat de protéger les investisseurs, de favoriser la confiance envers les marchés financiers et de réduire le risque systémique.

50 *Loi sur les valeurs mobilières*, L.R.O. 1990, chapitre S.5, tel qu'il a été modifié par l'article 1.1.



Les trois principales responsabilités de la Rampe de lancement de la CVMO sont les suivantes :

- S'engager auprès de la communauté et des entreprises de technologie financière pour s'assurer qu'elles comprennent qu'elles sont susceptibles d'être assujetties à la réglementation des valeurs mobilières, y compris les exigences importantes en matière de protection des investisseurs;
- Comprendre les tendances émergentes, aider les innovateurs à comprendre la réglementation et, le cas échéant, prévoir des exemptions aux exigences;
- Mettre en pratique les enseignements tirés d'autres initiatives en les appliquant aux autres domaines de la réglementation, afin que les marchés financiers de l'Ontario demeurent concurrentiels sur le plan international.

Engagement et protection des investisseurs

L'innovation technologique survient à un rythme très rapide, et les innovateurs travaillent à des projets qui pourraient transformer et perturber la manière dont nous effectuons nombre de choses à l'heure actuelle.

Malheureusement, certains innovateurs ignorent que la réglementation des valeurs mobilières pourrait s'appliquer à leur entreprise et qu'ils pourraient être tenus d'offrir certaines protections aux investisseurs. Par exemple, lorsqu'un portail en ligne ou un site Web recommande un placement à une personne, des processus doivent généralement être en place pour assurer que le placement convienne à cette personne. Un autre exemple est le cas d'une première émission de cryptomonnaie (PEC) qui facilite une transaction visant un titre. La PEC doit faire l'objet d'une inscription auprès de la CVMO et la conformité à certaines règles est requise, notamment celles qui prévoient des obligations d'information importantes pour les investisseurs. Ces règles servent le bien public et sont fondamentales pour l'équité et l'intégrité des marchés financiers.

Malheureusement, si la réglementation des valeurs mobilières n'est pas prise en compte dès les premières étapes, une entreprise pourrait devoir faire face à des coûts importants et à de longs délais, ce qui se ferait au détriment de son succès. Comme personne ne souhaite un échec des entreprises ontariennes, la Rampe de lancement de la CVMO est fortement axée sur l'engagement auprès de la communauté fintech. Nous nous efforçons de sensibiliser les entreprises au fait que nous prendrons le temps de discuter avec elles de leurs idées, des exigences réglementaires qui s'appliqueront et de la manière dont la Rampe de lancement de la CVMO peut leur offrir un soutien flexible.

Aider les innovateurs à comprendre la réglementation

La Rampe de lancement de la CVMO offre une occasion officielle de soutien aux nouvelles entreprises de technologie financière qui ont des produits, des services ou des applications innovants présentant un avantage pour les investisseurs. À ce jour, nous avons reçu plus de 200 demandes de soutien d'une variété d'entreprises, y compris certaines qui offrent des plateformes numériques de négociation, de prêt et de financement participatif; des fonds de placement en cryptoactifs; des émissions de cryptomonnaie; et des solutions technologiques aux défis réglementaires. Nous avons rencontré des entreprises qui se trouvaient à différentes étapes de leur développement et qui nécessitaient des niveaux variés de soutien. Dans certains cas, lorsque les modèles d'affaires n'entraient pas tout à fait dans notre cadre réglementaire existant, nous avons proposé des dispenses devant s'appliquer pendant une période d'essai d'une durée limitée et prévoyant des restrictions spécifiques telles que des limites à l'égard des placements pouvant être effectués par des investisseurs individuels⁵¹.

La Rampe de lancement de la CVMO s'implique aussi au niveau des bacs à sable technologiques à l'échelle nationale et internationale, dans le cadre desquels les entreprises ontariennes ont l'occasion de tester leurs idées dans un environnement de production, tout en disposant d'un précieux accès aux investisseurs de partout au Canada et dans le monde. Étant donné que les entreprises technologiques veulent souvent exercer leurs activités dans plusieurs pays, nous collaborons avec d'autres organismes de réglementation pour coordonner les exigences et les normes en vue d'accroître l'efficacité de ces entreprises et de leur permettre de prendre de l'expansion. Cela est possible au Canada grâce au bac à sable réglementaire des Autorités canadiennes en valeurs mobilières (ACVM)⁵²; à l'échelle internationale grâce à des ententes officielles avec d'autres pays (dont l'Australie, le Royaume-Uni,

51 Grâce au bac à sable réglementaire des Autorités canadiennes en valeurs mobilières (ACVM), la CVMO a offert des dispenses en lien avec deux premières émissions de cryptomonnaie. Voir le site *Rampe de lancement de la CVMO - Comprendre la réglementation des valeurs mobilières : Soutien aux entreprises de technologie financière* (www.osc.gov.on.ca/fr/navigating-regulation.htm#how-we-help-fintechs, 2019) et suivre les liens *Impak* et *Token Funder* pour consulter les décisions relatives à la dispense.

52 Autorités canadiennes en valeurs mobilières, *Bac à sable réglementaire des ACVM* (www.autorites-valeurs-mobilieres.ca/ressources_professionnelles.aspx?ID=1588&LangType=1036, 2009 [sic]).

les Émirats arabes unis et la France); ainsi que dans le cadre du Global Financial Innovation Network, réseau au sein duquel 11 organismes de réglementation financière collaborent afin de faciliter la navigation transfrontalière pour les entreprises innovantes⁵³.

Moderniser la réglementation

L'engagement auprès des entreprises en démarrage et de la communauté de la technologie financière nous donne aussi l'occasion d'en apprendre davantage sur les défis, l'innovation et les tendances en matière de réglementation et ainsi de pouvoir réduire le fardeau réglementaire et mettre sur pied des approches réglementaires modernes.

L'émergence de la technologie des registres distribués et des cryptoactifs, par exemple, a mené à la création d'une toute nouvelle catégorie d'actifs et a donné lieu à des défis uniques pour les autorités de réglementation et à des risques pour les investisseurs. Comme ces technologies sont un phénomène international, qui s'opère par-delà les frontières et sans intermédiaires, une réponse mondiale est nécessaire.

La CVMO joue un rôle central au sein de l'Organisation internationale des commissions de valeurs (OICV)⁵⁴, qui élabore et met en œuvre des normes reconnues à l'échelle internationale en matière de réglementation des valeurs mobilières et qui en encourage le respect. En gardant résolument à l'esprit les intérêts des Ontariens, nous nous impliquons auprès de l'OICV, tant au niveau du conseil que du comité, afin d'élaborer des normes internationales.

En ce qui concerne la technologie financière, nous nous investissons pleinement dans les initiatives actuelles qui visent à faire le suivi des tendances, à établir des normes et à explorer les sujets que sont les PEC, les plateformes de négociation et les cryptoactifs. Notre approche des enjeux auxquels sont confrontées les nouvelles entreprises de technologie financière du pays est importante, puisque nous effectuons la coordination et le partage de renseignements, d'idées et d'expériences dans une arène mondiale en compagnie d'autorités de réglementation internationales qui doivent faire face à nombre des mêmes enjeux.

Notre participation à l'échelle internationale a donné lieu à la publication d'indications par les ACVM concernant l'applicabilité de la législation en valeurs mobilières aux émissions de cryptoactifs^{55 56}, aux fonds de placement et aux plateformes de négociation. En présentant

53 Commission des valeurs mobilières de l'Ontario, *Rampe de lancement de la CVMO - Comprendre la réglementation des valeurs mobilières : Partenariats en matière de réglementation* (www.osc.gov.on.ca/fr/navigating-regulation.htm#partnerships, 2019).

54 Voir Organisation internationale des commissions de valeurs (OICV) - International Organization of Securities Commissions (www.iosco.org, 2019).

55 Autorités canadiennes en valeurs mobilières, Avis 46-307 du personnel des ACVM, *Les émissions de cryptomonnaies* (<https://lautorite.qc.ca/fileadmin/lautorite/reglementation/valeurs-mobilières/O-avis-acvm-staff/2017/2017aout24-46-307-avis-acvm-fr.pdf>, 24 août 2017).

56 Autorités canadiennes en valeurs mobilières, Avis 46-308 du personnel des ACVM, *Incidences de la législation en valeurs mobilières sur les émissions de jetons* (<https://www.autorites-valeurs-mobilières.ca/uploadedFiles/IndustryResources/2018juin11-46-308-avis-acvm-fr.pdf>, 11 juin 2018).

PILIER DE LA GOUVERNANCE

plus clairement la réglementation et en nous assurant que ces indications correspondent aux normes internationales, nous espérons améliorer les résultats de même que l'expérience des intervenants du marché et des investisseurs qui font des affaires en Ontario.

Pour en savoir plus sur la Rampe de lancement de la CVMO et pour connaître les dernières nouvelles et les événements la concernant, visitez le www.osc.gov.on.ca/fr/osclaunchpad.htm.

QUE PENSEZ-VOUS DE LA PERTURBATION TECHNOLOGIQUE DES MARCHÉS FINANCIERS?

PAT CHAUKOS : Selon moi, la chaîne de blocs et la TRD seront un énorme avantage pour nous tous en ce qui a trait à la façon dont nous réalisons des opérations, dont nous achetons des produits de placement. Pensez aux services de post-marché et de suivi de marché, aux bourses et à tous les intermédiaires impliqués. Je crois que la technologie permettra de faire disparaître certaines de ces étapes, et c'est là que, espérons-le, nous verrons, en tant que particuliers, une partie des économies qui seront réalisées.

QU'EN EST-IL DE L'IDENTITÉ ET DE L'INCLUSION?

PAT CHAUKOS : Lorsque la Commission des valeurs mobilières de l'Ontario a mis sur pied la Rampe de lancement de la CVMO, il y a de cela quelques années, nous avons effectué un marathon de programmation appelé RegHackTO⁵⁷. L'un des défis qu'ont dû relever les participants à ce marathon concernait la connaissance du client et la validation de son identité. Pensez au nombre de fois où vous remplissez un formulaire, que ce soit pour l'ouverture d'un compte bancaire, une demande de prêt, etc. Autant de cas où on indique son nom, son adresse et ainsi de suite. Et si nous n'avions pas à remplir ces formulaires? Si les détaillants, les institutions et autres pouvaient vérifier notre identité de façon automatisée et que nous pouvions leur donner un consentement sélectif pour ce faire? Il serait possible de gagner beaucoup de temps et de ménager son énergie. Je pense qu'il s'agit d'un bon exemple de la façon dont la chaîne de blocs pourrait nous aider, ce qui couvre de nombreux services au Canada.

57 Commission des valeurs mobilières de l'Ontario, *OSC RegHackTO: Insights from Canada's First Regulatory Hackathon* (www.osc.gov.on.ca/documents/en/launchpad_20170306_white-paper-insights-from-canadas-first-hackathon.pdf, 6 mars 2017).

Comptabilité et audit dans le monde de la chaîne de blocs : Territoire inexploré pour la réglementation de l'audit

Carol Paradine, chef de la direction, Conseil canadien sur la reddition de comptes (CCRC)

Introduction

Alors que je réfléchissais à cette présentation et aux types d'innovation technologique que j'ai vus en comptabilité et en audit au cours de ma carrière, j'ai pensé à des éléments comme Internet, les téléphones intelligents et les techniques d'audit assistées par ordinateur. Je mettrais globalement ces types d'innovation dans la catégorie des *facilitateurs*, c'est-à-dire des outils utiles qui nous ont aidés dans notre rôle de professionnels de la comptabilité et de l'audit, mais qui n'ont pas modifié drastiquement notre façon de faire.

Cependant, avec la technologie de la chaîne de blocs et certaines autres percées en intelligence artificielle (IA) et en automatisation robotisée des processus, nous voyons apparaître des innovations technologiques qui promettent de perturber fondamentalement les professions de comptable et d'auditeur, d'une manière qui n'est pas encore complètement claire.

L'audit basé sur la chaîne de blocs : Une réalité, une illusion ou quelque part entre les deux?

Au CCRC, nous voyons le potentiel extraordinaire que la technologie de la chaîne de blocs a à offrir et nous suivons attentivement les développements à ce sujet.

Les adeptes de la chaîne de blocs affirment que la technologie des registres distribués rendra superflus les intermédiaires comme les banques et les auditeurs. Puisque les chaînes de blocs sont conçues pour résister à la modification de dossiers archivés, la confiance semble inhérente dans les protocoles de la chaîne de blocs. Autrement dit, il n'est pas nécessaire que la confiance soit injectée de l'extérieur. Les applications de la chaîne de blocs dans le secteur des paiements et des remises, par exemple, sont conçues de manière à éliminer le besoin d'intermédiaires comme les banques.

PILIER DE LA GOUVERNANCE

Prenons comme exemple un modèle d'information financière traditionnel. Les auditeurs insufflent la confiance en attestant que les états financiers donnent une image fidèle. Considérons de quelle façon la chaîne de blocs et d'autres technologies avancées pourraient supplanter les auditeurs en tant qu'agents de cette confiance :

- Les contrats intelligents compris dans les chaînes de blocs pourraient servir à automatiser quasiment toutes les transactions d'une société qui, par la suite, seraient comptabilisées de façon immuable dans un registre distribué. Nous pourrions être témoins de services des finances en entier qui seraient supplantés par une automatisation suivant des protocoles « SI/ALORS ».
- Pensons à une société qui intervient dans le processus de distribution. Lorsque le distributeur reçoit les stocks assortis d'étiquettes électroniques du fabricant, les contrats intelligents pourraient automatiser l'intégralité de la fonction comptes fournisseurs.
- Si l'efficacité du fonctionnement des contrôles internes était inhérente à la conception de contrats intelligents, les contrôles manuels, qui présentent traditionnellement un risque plus élevé, deviendraient superflus.
- Les systèmes d'IA pourraient ensuite servir à prendre le relais là où la technologie de la chaîne de blocs s'est arrêtée (en traitant les régularisations et les estimations).

Nous pourrions être tentés de penser que, compte tenu de la confiance inhérente à la programmation des contrats intelligents et du caractère immuable des enregistrements dans la chaîne de blocs, il ne reste plus grand-chose à faire pour l'auditeur. Tout cela est certes très intéressant, mais je ne pense pas que nous en soyons là. Je crois fermement que le jugement et l'esprit critique d'un auditeur (humain) ne seront pas remplacés par des machines dans un avenir rapproché. Nous nous situons quelque part entre les deux, dans un contexte où les auditeurs collaborent avec des machines toujours plus intelligentes.

Les auditeurs devront encore vérifier que les contrats intelligents ont été configurés de façon à gérer des transactions commerciales légitimes. Si un contrat intelligent est utilisé pour rémunérer des employés contractuels selon les heures enregistrées, les auditeurs devront vérifier que de véritables employés sont rémunérés pour l'exécution d'un véritable travail, et qu'aucun paiement frauduleux n'est versé au concepteur du contrat intelligent. Qui plus est, les auditeurs devront tester si les boîtes noires de l'IA utilisées pour établir des estimations fonctionnent de façon appropriée.

Cryptomonnaies – Une nouvelle frontière

Alors que les avancées liées à la technologie de la chaîne de blocs présentent un vif intérêt pour le CCRC, ses principales préoccupations demeurent la protection des investisseurs et la confiance du public envers les marchés financiers. Les entreprises qui utilisent la

PILIER DE LA GOUVERNANCE

technologie de la chaîne de blocs ne sont pas toutes dignes d'intérêt, ni même légitimes, et personne ne peut savoir ce que l'avenir réserve aux quelque 2000 cryptomonnaies qui sont actuellement négociées sur des bourses de cryptomonnaies partout dans le monde.

Au dernier décompte, environ 50 sociétés ouvertes au Canada prenaient part à l'écosystème des cryptomonnaies. En fait, selon la compréhension que le CCRC a de la situation, le Canada figure parmi les pays où le nombre de sociétés ouvertes ayant des activités liées aux cryptomonnaies est le plus élevé. Bon nombre d'entre elles sont des mineurs de cryptomonnaie, certaines détiennent des cryptomonnaies pour réaliser une plus-value en capital, et d'autres émettent des jetons pour financer des activités allant du développement de nouvelles solutions liées à la chaîne de blocs à l'exploration aurifère.

Dans un article sur les cryptomonnaies et les entreprises de production de cannabis, le *Globe and Mail* a qualifié de « Far West » les petits marchés boursiers du Canada⁵⁸. Deux caractéristiques font des marchés financiers du Canada un endroit idéal pour connaître un succès instantané :

- Des conditions d'admission en bourse plus simples comparativement à celles d'autres endroits dans le monde;
- Des centaines de sociétés-écrans cotées qui sont la cible de prises de contrôle inversées, ce que certains perçoivent comme un raccourci pour l'inscription de titres.

Nos petits marchés boursiers ont bien servi les Canadiens en ce qui a trait au financement des moteurs de croissance de l'économie, notamment les sociétés minières, pétrolières et gazières qui en sont au stade précoce de l'exploration. Toutefois, les caractéristiques indiquées ci-dessus exposent désormais les investisseurs canadiens au risque en matière de cryptomonnaies.

La Commission des valeurs mobilières de l'Ontario (CVMO) a créé un nouveau portail de formation destiné aux investisseurs, appelé *Apprenez-en davantage sur les cryptoactifs*⁵⁹, selon lequel pas moins de 5 % des Ontariens investissent dans des cryptomonnaies, mais n'ont, dans une large mesure, qu'une compréhension de base de la façon dont celles-ci fonctionnent et sont réglementées. Ces investisseurs sont particulièrement vulnérables aux émissions surfaites de cryptomonnaies dont la proposition de valeur n'est pas avérée.

La CVMO a récemment lancé une fausse émission d'une cryptomonnaie appelée TBA⁶⁰, afin de sensibiliser les investisseurs aux risques qu'il y a à investir dans le cadre d'une première émission de cryptomonnaie (PEC). Se targuant d'être « la cryptomonnaie la plus sûre au

58 Obiko Pearson, Natalie, Kristine Ooram et Danielle Bochove (Bloomberg News), *Bitcoin, marijuana stock crazes take root in Canada's Wild West* (www.theglobeandmail.com/globe-investor/investment-ideas/bitcoin-marijuana-stock-crazes-take-root-in-canadas-wild-west/article37417558/, 22 décembre 2017).

59 Voir Commission des valeurs mobilières de l'Ontario, *Apprenez-en davantage sur les cryptoactifs* (<https://getsmarterabout-crypto.ca/fr/>, 2019).

60 Voir TBA Coin Project Ltd., *TBACOIN: The Blockchain for Audiences* (<https://tbacoin.ca/fr/>, 2018).

PILIER DE LA GOUVERNANCE

monde qui repose [sur] la technologie de chaîne de blocs de nouvelle génération », elle offre aux investisseurs un rendement garanti de 10 % par mois. Heureusement, les crypto-investisseurs qui se sont fait prendre par la cryptomonnaie TBA n'auront que des séquelles émotionnelles à la suite de cet « investissement ».

En 2018, le CCRC a formé une équipe interne pour examiner les répercussions sur l'audit et pour stimuler la qualité de l'audit sur cette nouvelle frontière, en collaboration avec des experts de la chaîne de blocs, des universitaires, des petits et grands cabinets d'audit, des organismes professionnels et d'autres autorités de réglementation canadiennes et internationales.

Nous avons découvert que les sociétés d'audit disposaient de peu d'indications quant au traitement de l'écosystème émergent des cryptomonnaies. Le CCRC a ressenti le besoin de fournir certaines orientations. Nous avons récemment rendu publics nos points de vue sur les risques d'audit dans certains domaines posant problème ainsi que nos attentes quant à la façon dont les auditeurs devraient répondre à ces risques. Le document concerné est disponible sur le site Web du CCRC⁶¹.

Voici trois domaines qui, selon nous, sont particulièrement complexes pour l'audit :

1. Sécurité des clés privées

L'accès aux clés privées qui contrôlent une cryptomonnaie n'est pas nécessairement lié à la propriété. Par exemple, comment un auditeur déterminera-t-il que des sociétés liées ayant toutes accès aux mêmes clés privées n'orientent pas chacune leur auditeur vers le même cryptoactif?

Certaines bonnes pratiques de gestion sont actuellement étudiées. Par exemple, la direction pourrait adopter des cérémonies de clés pour protéger ses clés privées et pour démontrer aux auditeurs de l'entité que les clés privées ont été créées de manière sécuritaire sur le plan cryptographique et que personne n'aurait pu en faire de copies non autorisées.

Les auditeurs seront appelés à obtenir suffisamment d'éléments probants en l'absence d'un solide environnement de contrôle établi par la direction de l'entité.

2. Bourses de cryptomonnaies et dépositaires

Les sociétés qui réalisent des opérations en cryptomonnaie ou qui détiennent des cryptomonnaies confient souvent à des bourses de cryptomonnaies et à des dépositaires la protection de leurs clés privées.

61 Conseil canadien sur la reddition de comptes, *La pratique de l'audit dans le secteur des cryptoactifs* (<http://www.cpab-ccrc.ca/Documents/News%20and%20Publications/La%20pratique%20de%20l'E2%80%99audit%20dans%20le%20secteur%20des%20cryptoactifs.pdf>, s. d.).

PILIER DE LA GOUVERNANCE

Les auditeurs sont habitués à évoluer dans un monde où l'identité des parties aux opérations financières est connue et où des intermédiaires de confiance – y compris des institutions financières, des réseaux de paiement, des autorités de réglementation et des auditeurs – agissent de concert pour protéger l'intégrité de ces opérations. Dans cet environnement, les auditeurs sont en mesure de s'appuyer sur les informations reçues des intermédiaires financiers dans le cadre de leurs audits.

Toutefois, les bourses de cryptomonnaies et les dépositaires demeurent largement non réglementés, et l'efficacité de leurs systèmes de contrôle interne doit encore faire l'objet d'un examen en profondeur. À notre connaissance, aucun rapport des auditeurs d'une société de services (c'est-à-dire un rapport SOC 1) n'est disponible à ce jour pour attester de l'efficacité des contrôles internes des bourses de cryptomonnaies et des dépositaires. Dans un article paru en 2018, le *Wall Street Journal* rapportait que, depuis 2011, les pertes découlant du piratage de bourses de cryptomonnaies totalisaient 1,63 milliard de dollars américains⁶². Les auditeurs seront appelés à déterminer si les cryptomonnaies sous la garde d'une bourse de cryptomonnaies existent à la clôture de l'exercice.

3. Audit des transactions en cryptomonnaie

Les auditeurs audient non seulement le solde de clôture, mais aussi les transactions comptabilisées tout au long de l'exercice. Ils demandent si la transaction avait une finalité valide, le nom de la contrepartie et si la transaction a été comptabilisée de manière appropriée.

Il n'est pas facile de répondre à toutes ces questions dans le contexte pseudonyme des cryptomonnaies.

Au-delà de la compréhension des nuances techniques d'une chaîne de blocs, y compris son mécanisme de cryptographie et de consensus, les auditeurs doivent continuer de se concentrer sur la situation dans son ensemble et d'évaluer la finalité des transactions.

Humains et machines : L'audit conjoint

Au CCRC, on nous demande souvent notre point de vue sur la façon de former les futurs professionnels de l'audit dans un contexte de perturbation numérique qui modifiera notre manière de travailler et d'interagir entre nous. Plusieurs scénarios peuvent être élaborés sur la façon dont cela pourrait se dérouler. À ce chapitre, les travaux de CPA Canada sur l'avenir de la profession sont très éclairants⁶³.

62 Russolillo, Steven et Eun-Young Jeong, « Cryptocurrency Exchanges Are Getting Hacked Because It's Easy », *Wall Street Journal* (www.wsj.com/articles/why-cryptocurrency-exchange-hacks-keep-happening-1531656000, 16 juillet 2018).

63 Pour en savoir plus, cherchez « avenir de la profession » sur le site Web de Comptables professionnels agréés du Canada (www.cpacanada.ca/fr/search-results#q=%22avenir%20de%20la%20profession%22).

CROYEZ-VOUS QUE LA TRD FACILITERA LE TRAVAIL DES AUDITEURS DU FUTUR OU QU'ELLE LE RENDRA PLUS DIFFICILE?

CAROL PARADINE : Je pense que la TRD facilitera l'audit. À l'heure actuelle, lorsque les auditeurs se rendent dans une société et demandent un échantillon de transactions, et que cette société n'est pas en mesure de les trouver, cela donne lieu à beaucoup de va-et-vient, ce qui est très inefficace. Le fait de disposer d'un mécanisme centralisé pour le suivi des transactions – qu'il s'agisse de contrats intelligents ou de soutien pour une transaction en particulier – sera à la fois efficient et plus efficace.

Ce qui est certain, c'est que les auditeurs humains collaboreront de plus en plus avec des machines toujours plus intelligentes. Cette collaboration nécessitera des compétences différentes. Nous avons déjà pu constater un tournant dans les pratiques de recrutement des cabinets d'audit. Au cours des dernières années, les grands cabinets d'audit ont engagé une proportion plus élevée d'étudiants ayant fait des études en science, en technologie, en ingénierie et en mathématiques (STIM), en complément à leur recrutement d'étudiants provenant des programmes traditionnels en comptabilité. Les équipes d'audit du futur seront de plus en plus hétéroclites, et composées de professionnels provenant de divers horizons.

Mon meilleur conseil? Je pense que les étudiants, tout comme les professionnels chevronnés, doivent accepter le fait que le changement est la seule constante et que l'apprentissage est un projet de vie.

Cryptomonnaies et applications possibles de la chaîne de blocs : Introduction aux enjeux fiscaux

Laura Gheorghiu, associée, Gowling WLG

Les indications sont loin derrière

Nombreux sont ceux qui sont surpris d'apprendre que le bitcoin et les autres cryptoactifs sont imposables. Les gens pensent souvent qu'acheter des bitcoins, par exemple, les soustrait au système juridique et au régime fiscal, et que chaque transaction après le premier achat ne concerne en rien la fiscalité. De nombreux enjeux compliquent l'imposition de ces transactions. Cet article présente brièvement quelques-uns de ces enjeux ainsi que certaines applications futures de la chaîne de blocs aux fins de l'observation fiscale⁶⁴.

La caractérisation des cryptoactifs pourrait orienter l'imposition

La façon dont les cryptoactifs sont utilisés ou créés pourrait déterminer comment ils sont imposés. En Australie⁶⁵, par exemple, l'imposition dépend de la question de savoir si la cryptomonnaie a été créée par le biais d'activités de minage ou utilisée pour :

- un investissement;
- une négociation;
- l'exploitation d'une entreprise;
- la réalisation d'une transaction.

Au Canada, les prises de position initiales de l'Agence du revenu du Canada (ARC), en 2014, ne traitaient que du bitcoin et de la question de savoir comment imposer les transferts de bitcoin. À l'époque, personne, ni même l'ARC, n'aurait pu deviner qu'autant de sortes d'applications de la chaîne de blocs seraient élaborées et ni qu'autant de types de cryptoactifs

64 Pour des informations plus exhaustives, voir Mariam Al-Shikarchy, Steven Baum et Laura Gheorghiu, *Canada: Canadian Taxation Of Cryptocurrency... So Far* (www.mondaq.com/canada/x/648030/fin+tech/Canadian+Taxation+Of+Cryptocurrency+So+Far, 20 novembre 2017) et Mariam Al-Shikarchy et Laura Gheorghiu, *Dernières nouvelles sur l'imposition des cryptomonnaies* (<https://gowlingwlg.com/fr/insights-resources/articles/2017/canadian-taxation-of-cryptocurrency-so-far/>, 20 novembre 2017).

65 Australian Securities & Investments Commission (ASIC), bulletin *Moneysmart*, « Cryptocurrencies » (www.moneysmart.gov.au/investing/investment-warnings/virtual-currencies, 2018).

PILIER DE LA GOUVERNANCE

seraient créés. L'ARC a récemment publié des lignes directrices en matière d'observation concernant les cryptomonnaies⁶⁶, mais a limité les discussions à deux aspects des monnaies numériques :

- Mode de paiement : Lorsque la cryptomonnaie est utilisée pour payer des biens ou des services, la transaction est considérée comme une opération de troc, car la monnaie numérique n'est pas une monnaie légale.
- Marchandise : Qu'elle soit achetée, vendue ou négociée en bourse, la monnaie est traitée comme de la marchandise.

Très peu d'indications ont été fournies concernant d'autres types d'applications de la chaîne de blocs.

QUE PENSEZ-VOUS DE LA PERTURBATION TECHNOLOGIQUE DES MARCHÉS FINANCIERS?

LAURA GHEORGHIU : D'un point de vue juridique, de prime abord, on avait l'impression que, si les gens utilisaient la technologie de la chaîne de blocs, ils pourraient échapper à la réglementation. Cela n'a pas été le cas. **Très souvent, nous oublions l'importance des intermédiaires pour nous protéger, non seulement de nous-mêmes, mais aussi d'autres sur lesquels nous n'exerçons aucun contrôle.** Au Québec, un bon exemple est celui de la PEC de Plexicoïn, qui a permis de mobiliser cinq millions de dollars alors qu'il s'agissait d'un canular : il n'y avait absolument rien derrière cette PEC. Ce fut à la SEC (la Securities and Exchange Commission des États-Unis), à l'AMF (la commission des valeurs mobilières du Québec) et à la police de se tourner vers les fondateurs de la société et de saisir certains des cryptoactifs.

Par la suite, lorsque la personne a voulu payer sa caution, le juge a dit : « Voici un ordinateur portable, voici l'huissier. Vous allez transférer les jetons de votre portefeuille à celui du tribunal, puis vous pourrez vous en aller. » C'est véritablement ce qui s'est passé, apportant une réponse très pratique à l'épineuse question qui se posait : « Comment saisir les biens de quelqu'un quand il n'existe aucune autorité centrale sur laquelle s'appuyer? »

66 Agence du revenu du Canada (ARC), *Monnaie virtuelle* (www.canada.ca/fr/agence-revenu/programmes/a-propos-agence-revenu-canada-arc/observation/monnaie-numerique.html), 26 juin 2019).

Premières émissions de cryptomonnaies (PEC)

Considérons, par exemple, les fonds mobilisés par une PEC. La cryptomonnaie émise se comporte souvent comme une action plutôt que comme un paiement en jetons. Donc, une PEC s'apparenterait davantage à un titre (c'est-à-dire un investissement dans une sorte d'entreprise future, dans l'espoir que les jetons détenus prendront de la valeur à mesure que l'entreprise sous-jacente croîtra).

Toutefois, les PEC peuvent différer de l'émission normale d'actions parce qu'il n'y a aucune société reconnue en vertu du droit des sociétés qui émet réellement les actions. C'est plutôt un logiciel qui émet un jeton dont la valeur peut augmenter ou diminuer selon la valeur que lui accordent les personnes qui le négocient sur un marché secondaire.

Jetons utilitaires et jetons hybrides

Au Canada, la première PEC conforme à la réglementation des valeurs mobilières était celle d'impak Coin. Le jeton accède à une plateforme qui permet aux consommateurs d'acheter des produits et des services offerts par certaines sociétés définies comme ayant une incidence sur l'économie (autrement dit, respectueuses de l'environnement, faisant le bien, ayant une incidence sociale positive, etc.)⁶⁷. Les achats sont récompensés par des impak Coins qui peuvent être dépensés chez ces mêmes sociétés. La fonction hybride, qui ne s'applique pas vraiment dans le cas d'impak Coin (que ses émetteurs qualifient de jeton stable), mais plutôt à d'autres jetons lui ressemblant, provient du fait que les jetons sont utilisés (c'est-à-dire qu'ils ont une utilité) pour acheter quelque chose, mais aussi du fait qu'ils peuvent être détenus à des fins de négociation et prendre de la valeur, s'apparentant en cela davantage à un placement.

Déterminer le traitement fiscal peut s'avérer compliqué

Impôt sur le revenu

Comment les transactions en cryptoactifs devraient-elles être évaluées? Qu'advient-il si les transactions font intervenir plus d'un échange? Parmi les valeurs d'échange, laquelle devrait servir à déterminer les impôts? Puisque la réalisation de bénéfices pourrait avoir nécessité des milliers d'échanges, la juste valeur marchande de chaque échange doit-elle être déterminée? Quel en serait le coût? Voilà le genre de questions pour lesquelles il existe actuellement peu d'indications.

Si chaque cryptojeton est une marchandise, et que l'ARC considère chaque disposition comme une opération de troc, alors une entreprise qui émet un jeton et qui mobilise par exemple 50 millions de dollars pour ce jeton réalise un revenu qui devrait être imposé. Si

67 Pour en savoir plus, voir impak Finance, *La cryptomonnaie : codée pour soutenir le développement de l'économie d'impact* (www.impak.eco/fr/impak-coin/, 2019).

l'entreprise avait émis des actions, elle aurait mobilisé des dollars libres d'impôt, mais, dans le cas d'une PEC ou d'une première émission de jeton (PEJ), elle obtient un revenu imposable de 50 millions de dollars. Bien des gens ont été surpris de l'apprendre. Bien que les autorités fiscales n'aient pas encore répondu à ces questions, l'ARC et Revenu Québec ont formé des équipes de vérification pour 2019.

Taxe de vente

L'application des taxes de vente aux solutions liées à la chaîne de blocs soulève une quantité énorme d'enjeux, nombre d'entre eux n'ayant pas encore été abordés par les autorités fiscales. En voici quelques exemples.

Normalement, une taxe de vente est une taxe imposée au consommateur final, et n'importe qui d'autre participant au processus obtient un crédit. Pour obtenir un crédit, les entités doivent être inscrites aux fins de la taxe et disposer des bonnes pièces justificatives. Au Canada, des intermédiaires perçoivent la taxe de vente à titre de mandataires du gouvernement; chaque entreprise qui se livre à des activités commerciales doit percevoir la taxe de vente sur tous les biens et services qu'elle fournit au Canada. Une exception s'applique lorsque les ventes sont faites à des acheteurs étrangers ou que les biens ou services proviennent de l'extérieur du Canada. L'entité doit toutefois prouver que les biens ou services ne sont pas assujettis à la taxe de vente⁶⁸.

Dans ce contexte, les dispositions de cryptomonnaies dans le cadre d'activités commerciales sont-elles assujetties à la taxe? Dans l'affirmative, quels facteurs devraient être pris en considération au moment de déterminer si la fourniture⁶⁹ est effectuée au Canada ou à l'étranger? Comment les fournisseurs étrangers peuvent-ils être identifiés? Qui devrait percevoir la taxe : les bourses ou leurs utilisateurs? Comment les pièces justificatives adéquates peuvent-elles être fournies? Et ainsi de suite.

Revenu Québec a, pour sa part, penché pour une position plus audacieuse selon laquelle les fournitures de cryptomonnaies sont assujetties à la taxe de vente. Toutefois, probablement après avoir réalisé les nombreuses questions qui demeuraient sans réponse, Revenu Québec a retiré son interprétation écrite. L'incertitude persiste donc.

Plus important encore, cette incertitude place les vendeurs canadiens de cryptomonnaies dans une situation nettement désavantageuse. Si leurs fournitures sont assujetties aux taxes de vente, sans exception justifiable, et qu'il n'existe aucun moyen pour les acheteurs de réclamer les taxes payées, le coût des cryptomonnaies vendues par des Canadiens est en effet plus élevé que le coût de celles vendues ailleurs.

68 Note du rédacteur : En vertu de la *Loi sur la taxe d'accise* du Canada (LTA; voir <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/e-15/>), une personne n'est pas considérée comme une personne non résidente si elle vit au Canada.

69 Note du rédacteur : *Fournitures* est le terme utilisé pour tout ce qui est assujetti à la taxe de vente au Canada. Les fournitures autres que les ventes (par exemple un bail) sont taxées.

Utiliser la chaîne de blocs pour l'observation fiscale

Taxe de vente

Si un contrat intelligent sur une chaîne de blocs pouvait calculer et remettre automatiquement la taxe, les formulaires et les questions d'observation seraient chose du passé. Le niveau requis de confiance envers la technologie et les mandataires du gouvernement ayant accès à l'information serait toutefois très élevé.

Il est fort probable qu'à court ou à moyen terme, les autorités fiscales chercheront à remplacer les intermédiaires chargés de la perception des taxes par des applications de la chaîne de blocs, pour de bonnes raisons :

- La plupart des intermédiaires ne veulent pas percevoir et remettre la taxe;
- Les intermédiaires peuvent souvent être la source de pertes de revenus fiscaux en raison d'une mauvaise perception des taxes, de l'omission de remettre les taxes perçues ou de demandes de crédits auxquels ils n'ont pas droit;
- Les intermédiaires constituent la partie la plus facilement remplaçable du processus de perception des taxes.

Plutôt que d'obliger le vendeur à s'inscrire aux fins de la taxe de vente, à la percevoir et à la remettre, par exemple, une fonction de la chaîne de blocs, peut-être dans un contrat intelligent, retiendrait un pourcentage des produits de l'entreprise et le remettrait au nom de l'acheteur (c'est-à-dire la partie à la transaction qui est réellement tenue de payer la taxe de vente).

On ne sait pas encore exactement quand et comment ces solutions se concrétiseront. Une chose est sûre toutefois : l'entrecroisement de la technologie de la chaîne de blocs et de la fiscalité nous force à revoir quand et comment nous devrions percevoir les taxes de manière encore plus diversifiée qu'à l'époque de l'émergence du commerce en ligne.

Innovation sociale et chaîne de blocs

***Marc Lijour, cofondateur de ColliderX et fondateur
du groupe Metamesh***

Le texte reproduit ici est une version condensée de son article intégral, qui se trouve dans la plateforme d'idées en ligne Medium⁷⁰.

Qu'est-ce que l'innovation sociale?

[TRADUCTION] « L'innovation sociale est le processus par lequel sont élaborées et déployées des solutions efficaces à des enjeux sociaux et environnementaux complexes et souvent systémiques en vue de favoriser le progrès social⁷¹. »

L'innovation sociale est un processus qui va au-delà des frontières d'une organisation ou d'un secteur pris isolément. Elle se produit lorsque des parties prenantes collaborent afin de créer un meilleur système, et qu'elles donnent aux acteurs concernés le pouvoir de l'implanter.

L'innovation sociale est axée sur les améliorations sociales et environnementales, et non pas seulement financières (c'est-à-dire le « triple résultat »). Le triple résultat est un cadre de durabilité qui se penche sur l'incidence sociale, environnementale et économique des entreprises⁷², en mettant l'accent sur le fait que celles-ci ont le devoir de se soucier des personnes avec lesquelles elles travaillent ainsi que des régions et de l'environnement dans lesquels elles exercent leurs activités, de façon à maintenir de bonnes conditions tant pour leurs clients que pour leurs employés. Le triple résultat a influencé les normes d'information sur la durabilité (par exemple les normes de la Global Reporting Initiative⁷³) ainsi que les mesures de la performance environnementale, sociale et de gouvernance (ESG), notamment. Mais à présent, 25 ans après la création du terme, John Elkington s'inquiète

70 Lijour, Marc, *Social Innovation and the Blockchain* (<https://medium.com/@marclijour/social-innovation-and-the-blockchain-ed862ba75823>, 10 juin 2019).

71 Stanford Graduate School of Business, Center for Social Innovation, *Defining Social Innovation* (www.gsb.stanford.edu/faculty-research/centers-initiatives/csi/defining-social-innovation, s. d.).

72 Elkington, John, *25 Years Ago I Coined the Phrase "Triple Bottom Line." Here's Why It's Time to Rethink It* (<https://hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it>, 25 juin 2018).

73 Les normes de la Global Reporting Initiative (GRI) étaient les premières normes mondiales pour l'information sur le développement durable. Voir les normes de la GRI (www.globalreporting.org/standards, s. d.).

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

du fait qu'il s'agit juste d'un autre outil comptable et que celui-ci a perdu la force de l'idée originale, qui était d'encourager les entreprises à suivre et à gérer la valeur ajoutée – ou détruite – sur le plan économique (et non juste financier), social et environnemental⁷⁴.

Je pense que M. Elkington serait encouragé de voir les gens stimuler l'innovation sociale, notamment les particuliers, les communautés (groupes et associations) et les responsables d'organisations privées et d'organismes sans but lucratif. Les organisations peuvent prendre des engagements et stimuler l'innovation sociale, mais, en fin de compte, elles sont tributaires des personnes (qu'elles soient seules ou nombreuses) qui donnent un sens à leurs actes.

Le principal problème que j'ai observé au cours de ma carrière dans le secteur public et dans celui des organismes sans but lucratif concernait la centralisation des décisions dans le temps et dans l'espace. Lorsqu'un enjeu survient, tous les décideurs doivent s'entendre en même temps sur une même solution. Si cela semble difficile, c'est parce que ça l'est. Il était déjà très difficile, dans le secteur public, de rassembler plus de cinq décideurs dans une salle en même temps, et cela est devenu exponentiellement plus difficile du fait que le nombre de parties prenantes et la polarisation des enjeux se sont accrus. Dans ces conditions, seules les étapes les plus simples et les plus petites pouvaient être franchies.

Et si nous pouvions démocratiser la prise de décisions en la ramenant au niveau des personnes?

Arrive la chaîne de blocs

La chaîne de blocs est une solution technique tout indiquée pour :

- gérer et mettre en œuvre la prise de décisions au moyen d'un consensus automatisé;
- créer des structures incitatives pouvant amener les participants à adopter un comportement constructif;
- favoriser la confiance et la transparence en sécurisant l'accès, en mettant en place des mécanismes de preuve et en rendant les dossiers inviolables⁷⁵.

La philosophie d'une grande partie de la communauté de la chaîne de blocs va à l'encontre de l'ordre établi – les sociétés « trop grandes pour faire faillite » – et de l'oppression du commun des mortels, qui est devenu le « produit » plutôt que le bénéficiaire de l'ère numérique. Au sein de cette communauté, nombreux sont ceux qui souscrivent aux principes de

74 Elkington, John, *ibid.*

75 Pour en savoir plus sur la façon dont les propriétés de la chaîne de blocs fonctionnent de façon presque magique pour créer un réseau de confiance dans les activités commerciales et sociales, voir Vigna, Paul et Michael Casey, *The Truth Machine: The Blockchain and the Future of Everything* (New York, St Martin's Press, 2018), en ce qui a trait à l'histoire, aux principaux personnages et à la compréhension accrue de la communauté de la chaîne de blocs.

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

l'égalité des droits, de la collaboration, de la transparence et de l'équité. Il n'est donc pas surprenant que l'innovation sociale ait été l'un des premiers aspects de la chaîne de blocs à avoir connu des progrès marqués.

Les innovations sociales qui utilisent la technologie de la chaîne de blocs ont émergé à l'égard des services financiers, des travaux pour le bien commun, de la protection de l'environnement et de bien d'autres aspects. Nous vous en présenterons ici quelques exemples que les conférenciers précédents n'ont pas abordés.

Richesse et services financiers

Ma première utilisation du Bitcoin a été pour envoyer de l'argent presque instantanément à ma famille à l'étranger, mais les commissions que j'ai dû payer frôlaient les 15 % (trop haut selon moi), et elles pouvaient atteindre les 30 % dans les pays les plus pauvres (où les options de transfert étaient plus limitées : un effet pervers de la loi de l'offre et de la demande). Au cours des dernières années, les aspirants ont lancé des services pour lesquels les taux des commissions étaient beaucoup moins élevés : Abra, TransferWise, Xoom (un service de PayPal) et de nombreux autres. Au moment de rédiger cet article (en avril 2019), la Banque mondiale indiquait que le coût moyen des transferts de fonds est maintenant tout juste inférieur à 7 % du montant envoyé⁷⁶. Le Bitcoin fonctionne encore pour les transferts et est maintenant plus facile à utiliser grâce à la multiplication des guichets automatiques Bitcoin (près de 700 au Canada seulement)⁷⁷. Toutefois, les applications plus nouvelles, qui utilisent les monnaies fiduciaires, sont plus faciles à utiliser que le Bitcoin, car les utilisateurs n'ont pas besoin de comprendre, de gérer ou de traiter les cryptoactifs ou les taxes qui s'y rattachent. En phase avec l'innovation sociale, l'un des aspirants, TransferWise, a été fondé [TRADUCTION] « avec la vision de rendre les transferts internationaux d'argent bon marché, justes et simples⁷⁸ ».

Selon le Fonds monétaire international (FMI), [TRADUCTION] « en moyenne, la dette mondiale dépasse maintenant les 86 000 dollars en chiffres par personne, ce qui représente plus de 2,5 fois le revenu moyen par personne⁷⁹ ». Or, bien que les niveaux d'endettement demeurent élevés, la richesse est plus concentrée que jamais aux mains d'une minorité. Ainsi, selon Oxfam⁸⁰, le nombre de milliardaires a doublé depuis la dernière crise financière [2008].

76 Banque mondiale, *Remittance Prices Worldwide : une initiative globale pour améliorer la transparence des marchés* (<https://remittanceprices.worldbank.org/fr>, [données de 2019]).

77 Coin ATM Radar, *Bitcoin ATMs in Canada* (<https://coinatmradar.com/country/38/bitcoin-atm-canada>, 2019).

78 TransferWise, *The TransferWise Story* (<https://transferwise.com/ca/about/our-story>, 2019).

79 Mbaye, Samba et Marialuz Moreno Badia, *New Data on Global Debt* (<https://blogs.imf.org/2019/01/02/new-data-on-global-debt>, 2 janvier 2019).

80 Oxfam, *Services publics ou fortunes privées?* [Document d'information] (www.oxfam.org/fr/rapports/services-publics-ou-fortunes-privées, janvier 2019).

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

Au sein de la communauté de la cryptomonnaie, nombreux sont ceux qui croient que la chaîne de blocs démocratisera l'investissement et permettra aux gens ordinaires de gagner une rente économique découlant des capitaux qui leur serait autrement inaccessible. Les premières émissions de cryptomonnaie (PEC) et les émissions de jetons de sécurité sont le parent pauvre des premiers appels publics à l'épargne (PAPE). De nouveaux instruments financiers tels que les dettes et les dérivés adossés à des cryptomonnaies pourraient contribuer à démocratiser ce domaine et à perturber le système bancaire traditionnel. Le Celsius Network⁸¹, par exemple, facilite la conversion des cryptoactifs en monnaie fiduciaire et facilite les emprunts et les prêts de pair à pair sur la chaîne de blocs.

Travaux pour le bien commun

Certaines applications de la chaîne de blocs améliorent la condition humaine aux quatre coins de la planète.

Au-delà de la littératie financière et de l'inclusion financière, la chaîne de blocs peut aider ceux qui ne possèdent pas beaucoup de capital (c'est-à-dire dont les dettes excèdent l'épargne) à obtenir un meilleur rendement de leur travail. Par exemple, bon nombre de créateurs, particulièrement les artistes, ont du mal à saisir la valeur de leur labeur. De nombreux intermédiaires (galeries, studios, éditeurs, gérants, etc.) se nourrissent de leur marge, mais la révolution numérique, grâce à l'exposition gratuite du travail accompli, a limité davantage la capacité de ces créateurs à être ne serait-ce que payés. Access Copyright, un organisme sans but lucratif canadien, aide les écrivains, les artistes visuels et les éditeurs à [TRADUCTION] « remixer et partager du contenu publié tout en assurant une récompense appropriée⁸². » L'organisme collabore avec le laboratoire d'innovation Prescient axé sur les créateurs⁸³, qui a lancé Attribution Ledger⁸⁴, outil qui fait un suivi de la relation entre les créateurs et leurs travaux d'art en utilisant la chaîne de blocs et l'apprentissage machine.

Et si les chanteurs et les musiciens pouvaient s'autoéditer et ainsi éviter les intermédiaires à la fois traditionnels et nouveaux, à propos desquels on a récemment découvert qu'ils payaient très peu les artistes⁸⁵? Il y a quelques années, ConsenSys⁸⁶ a financé Ujo-Music⁸⁷, qui utilise l'Ethereum pour relier directement les artistes et leurs admirateurs.

81 Voir Celsius Network Inc. (<https://celsius.network>, 2019).

82 Access Copyright, *Access Copyright's Affiliates: Canada's Storytellers, Chroniclers and Educators* (www.accesscopyright.ca/creators, 2019).

83 Voir Prescient, *Who We Are* (<https://prescientinnovations.com>, 2018).

84 Prescient, *Project Information: Attribution Ledger* (<https://prescientinnovations.com/attribution-ledger>, 2018).

85 Sehgal, Kabir, *Spotify and Apple Music Should Become Record Labels So Musicians Can Make a Fair Living* (www.cbc.com/2018/01/26/how-spotify-apple-music-can-pay-musicians-more-commentary.html, 26 janvier 2018).

86 ConsenSys (<https://consensys.net>, 2019).

87 Voir Ujo (<https://ujomusic.com>).

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

Hala Systems⁸⁸ est une entreprise sociale (à but lucratif) des États-Unis qui vise à protéger les populations vivant en zone de guerre. L'équipe utilise la chaîne de blocs et plusieurs technologies émergentes pour avertir rapidement de toute menace et pour fournir une preuve immuable des actifs et des événements qui ont lieu, de sorte que les gens puissent éventuellement prendre les choses en main.

NeedsList⁸⁹ élabore un registre pour l'aide humanitaire en utilisant la chaîne de blocs pour tenir à jour une liste décentralisée de ressources indispensables telles que la nourriture, les vêtements et les bénévoles nécessaires en cas de catastrophe. **NeedsList** était finaliste dans la catégorie « Incidence sociale et culturelle » à l'édition 2019 du SXSW Interactive Innovation Awards⁹⁰.

Les milléniaux changent la donne de par leur consommation et leur relation aux marques. WhatRocks, dont le slogan est « Have fun, do good⁹¹ » (amusez-vous, faites le bien), vise à perturber le secteur de la publicité en devenant la première marque de commerce dédiée à la publicité à effet social. Les consommateurs gagnent des Rocks (c'est-à-dire des jetons sur la chaîne de blocs) lorsqu'ils visionnent des publicités qui affichent la marque WhatRocks. Ils peuvent utiliser ces Rocks pour faire des dons et pour obtenir des billets gratuits ou à prix réduit pour des événements. La chaîne de blocs permet une utilisation sécuritaire et efficace de la cryptomonnaie Rocks.

L'environnement

Bon nombre de projets liés à la chaîne de blocs ont pour objectif d'améliorer l'environnement. Lorsque je travaillais chez ConsenSys, j'ai vu un nombre croissant de projets sur la tarification du carbone dans plusieurs continents. La chaîne de blocs favorise l'évaluation et le suivi des unités de carbone qui peuvent être vendues sur les marchés de pair à pair. Elle permet de découvrir les prix et d'effectuer des règlements quasi immédiats. La chaîne de blocs est tout indiquée pour une application sur ces marchés.

En décembre 2018, le Bounties Network, ConsenSys Social Impact et Coins.ph se sont associés en vue de lancer un projet pilote, appelé *Bounties for the Oceans*, visant à inciter les gens à nettoyer la baie de Manille, aux Philippines⁹². Les participants recevaient l'équivalent de 10 dollars américains en cryptomonnaie pour y ramasser les déchets. Le Bounties Network dispose d'un mécanisme pour gérer la preuve de travail (humain) de sorte que les gens soient payés équitablement, mais la faible quantité de téléphones intelligents, la

88 Voir Hala Systems Inc. (<https://halasystems.com>, 2018).

89 Voir Needslist (<https://needslist.co>, 2019).

90 Roth, Ari, 2019 SXSW Interactive Innovation Awards Finalists & Hall of Fame Inductee Kimberly Bryant (www.sxsw.com/interactive/2019/announcing-the-2019-sxsw-interactive-innovation-awards-finalists-and-hall-of-fame-inductee-kimberly-bryant, 22 janvier 2019).

91 Voir WhatRocks, À propos de WhatRocks Foundation (www.whatrocks.co/fr/a-propos-de-whatrocks-foundation, s. d.).

92 Beylin, Mark, *Bounties For The Oceans: Incentives to Change the World* (<https://medium.com/bounties-network/bounties-for-the-oceans-incentives-to-change-the-world-8f3429fd01e9>, 10 décembre 2018).

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

mauvaise connexion Internet et les forfaits de données non fiables ou onéreux ont été des obstacles révélateurs à l'expérience. Le projet a été important parce qu'il a permis de tirer des leçons à l'égard de ces obstacles en vue de projets futurs.

Pour protéger la population de poissons, le Fonds mondial pour la nature a collaboré avec Viant⁹³, un constructeur de chaînes de blocs personnalisées, dans le cadre d'une initiative visant à démontrer la provenance de la nourriture, parce que, malheureusement, la majeure partie du poisson étiqueté comme étant du thon n'est pas réellement du thon. Le projet *Bait to Plate*⁹⁴ aide les consommateurs à comprendre ce qu'ils mangent⁹⁵. Là encore, la chaîne de blocs crée un enregistrement idéal des faits, notamment ce qui a été pêché, quand le poisson a été pêché, et comment et où il a été transformé.

QUE PENSEZ-VOUS DE L'INNOVATION SOCIALE SUR LE PLAN DE L'IDENTITÉ ET DE L'INCLUSION?

MARC LIJOUR : Il existe un concept d'**identité autosouveraine selon lequel les personnes possèdent leurs propres données et peuvent décider de les partager avec qui elles veulent selon un principe d'accès sélectif**. Les personnes pourraient autoriser les organisations à utiliser leurs données, voire à les vendre, mais pourraient souhaiter être rémunérées en retour. Cela est possible avec la chaîne de blocs. Plusieurs grandes organisations, y compris certaines sociétés de télécommunications, envisagent d'offrir ce genre de rémunération.

En faire plus

Je n'ai présenté que quelques exemples de projets d'innovation sociale qui tirent parti de la chaîne de blocs. Il ne s'agit que d'un début. Aujourd'hui, il existe 2 000 applications (DApps) sur le réseau public Ethereum (ce qui, à ma connaissance, constitue la plus importante concentration). De nombreuses autres applications sont à prévoir. Lorsque je porte mon regard vers l'avenir, voici ce que je vois et espère :

- **Innovation sociale :** L'innovation sociale devient une portion indissociable de la façon dont les dirigeants d'entreprises et la population en général visualisent la vie, le travail et le divertissement dans l'avenir.

93 Voir Viant (<https://viant.io>, 2018).

94 Fonds mondial pour la nature, *From Bait to Plate: Preventing Illegally Caught Seafood from Entering Our Food Chain* (www.worldwildlife.org/pages/bait-to-plate, 2019).

95 CNN, *What is Blockchain?* [Vidéo] (www.cnn.com/videos/cnnmoney/2018/05/11/blockchain-database-cryptocurrency-viant-pangea-sebastian.cnn, [2019]).

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

- **Chaîne de blocs** : La philosophie de la communauté de la chaîne de blocs cadre avec l'esprit de l'innovation sociale et avec les méthodes qui s'y rattachent. La chaîne de blocs donne lieu aux meilleures pratiques techniques et sociales de la part de la communauté de logiciels libres et des militants sociaux issus de l'après-2008.
- **Tous dans le même bateau** : L'innovation sociale exige que tout un chacun y prenne part. La chaîne de blocs, qui repousse aux limites du réseau la prise de décisions et la notion de propriété, permet à chacun d'entre nous de prendre le contrôle.
- **Obstacles minimes à l'innovation** : La technologie a donné une voix à chacun grâce aux médias sociaux et à la possibilité de créer une application depuis à peu près n'importe quel endroit et de la déployer dans le nuage avec de l'argent de poche. Il est possible d'obtenir des subventions auprès d'organismes sans but lucratif comme l'Ethereum Foundation⁹⁶ et le réseau AION⁹⁷, dans le but d'améliorer les technologies de la chaîne de blocs. Les grandes entreprises de TI continuent d'offrir des subventions pour les projets d'innovation sociale. Mais surtout, les investissements dans les entreprises à vocation sociale sont à la hausse.

96 Ethereum Foundation, *Ethereum Foundation Grants Program Wave 5* (<https://blog.ethereum.org/2019/02/21/ethereum-foundation-grants-program-wave-5>, 21 février 2019).

97 AION, *Bounties & Grants* (<https://aion.network/bounty>, 2019).

La chaîne de blocs comme outil de promotion du développement durable

Michael Torrance, directeur, Développement durable, avocat-conseil associé, BMO Groupe financier

Cet article, qui est d'abord paru dans sa forme originale dans le numéro de septembre 2018 du Canadian Mining Journal, a été ici complété par les documents issus de la présentation de Michael Torrance. Il est reproduit ici avec la permission du Canadian Mining Journal.

Introduction

La chaîne de blocs a été saluée comme une technologie aussi révolutionnaire que l'Internet. Est-il possible de l'appliquer dans l'espace de la durabilité? La réponse est « oui », même si l'exploration des applications potentielles n'en est qu'à ses débuts.

La chaîne de blocs est le plus souvent associée à des cryptomonnaies comme le bitcoin ou à des plateformes comme l'Ethereum, mais celles-ci ne représentent qu'une infime partie de la technologie. La chaîne de blocs est (essentiellement) un registre incorruptible et hautement décentralisé. Là où, auparavant, un enregistrement de transactions était stocké sur un ordinateur ou un système informatique exclusif et unique, un système de chaîne de blocs est stocké en de multiples endroits. Chaque enregistrement ou bloc sur une chaîne de blocs contient le condensé cryptographique du bloc précédent, un horodatage et les données de la transaction. L'enregistrement est permanent et résiste à la modification des données, en partie parce qu'il serait nécessaire que les modifications surviennent d'un seul coup sur de multiples registres distribués. Une fois enregistrées, les données d'un bloc quelconque ne peuvent être altérées rétroactivement sans que tous les blocs subséquents soient altérés.

Essentiellement, la chaîne de blocs fournit un enregistrement permanent, sans permission, public et transparent de transactions ou d'autres activités.

Les adeptes de la chaîne de blocs voient cette technologie comme socialement révolutionnaire parce qu'elle permet la disparition des intermédiaires et la décentralisation de processus auparavant hautement centralisés.

Alors qu'une transaction ou un contrat devait anciennement être administré par des banques, des avocats, les gouvernements ou d'autres intermédiaires, la chaîne de blocs a le potentiel de créer une économie dépourvue d'intermédiaires dans laquelle les utilisateurs peuvent mettre à profit la technologie pour effectuer leurs transactions de façon autonome.

Chaîne de blocs et durabilité

En 1970, le magazine *New York Times* a publié un article de l'économiste Milton Friedman intitulé « The Social Responsibility of Business Is to Increase Its Profits ». Malheureusement, le titre est souvent utilisé comme une règle édictée, mais il trahit la pensée de Friedman. Dans cet article, M. Friedman explique le message véhiculé par le titre en disant que les dirigeants des entreprises ont une responsabilité envers les propriétaires de l'entreprise, et que [TRADUCTION] :

« [c]ette responsabilité consiste à diriger l'entreprise selon les désirs [des propriétaires], ce qui veut généralement dire gagner le plus d'argent possible, **tout en respectant les règles fondamentales de la société dans laquelle l'entreprise évolue, tant les règles qui sont édictées dans les lois que celles qui sont implantées par les us et coutumes moraux.** » [gras ajouté]

Les parties prenantes ont, en matière de développement durable des entreprises, des attentes nouvelles qui incarnent les explications de M. Friedman, voire les dépassent, quoique la durabilité ne soit pas facile à démontrer. Lorsqu'une société est considérée comme durable, que veut-on dire par là? Les sociétés mettent à la disposition des intervenants du marché des informations sur leurs pratiques en matière de développement durable, sans passer par une autorité centrale. Les parties prenantes doivent donc faire confiance à ces informations décentralisées lorsqu'elles les évaluent. La combinaison entre informations décentralisées et confiance s'apparente aux caractéristiques de la chaîne de blocs. Ainsi, bien que la chaîne de blocs puisse ne pas perturber le domaine du développement durable, il pourrait exister une synergie entre eux.

L'application de la chaîne de blocs pour faire progresser le développement durable est un sujet qui intéresse grandement la communauté de la chaîne de blocs. Par exemple, la Blockchain for Social Impact Coalition (BSIC)⁹⁸ est une initiative de ConsenSys⁹⁹, un « studio de production à capital de risque » établi à Brooklyn. La BSIC incube, développe et met en œuvre des produits et des solutions de la chaîne de blocs qui peuvent répondre aux défis sociaux et environnementaux mis en avant dans les objectifs de développement durable des Nations Unies¹⁰⁰.

98 Blockchain for Social Impact Coalition (BSIC) (<https://blockchainforsocialimpact.com>, s. d.).

99 ConsenSys (<https://consensys.net>, 2019).

100 Nations Unies, *Objectifs de développement durable* (www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/, s. d.).

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

Le Bounties Network¹⁰¹, qui fait partie de la BSIC, aspire à devenir « un réseau décentralisé de contribution à incidence sociale » au sein duquel les organismes de bienfaisance sont les administrateurs de primes ou *bounties* (c'est-à-dire des récompenses qui sont octroyées pour avoir accompli certaines tâches) plutôt que de fonds. Ces récompenses fonctionnent comme des contrats sociaux sur la chaîne de blocs. Elles permettent de réduire la confiance aveugle que les donateurs accordent à des organisations uniques comme les organismes de bienfaisance, et de réduire la mauvaise utilisation des dons en récompensant les organisations pour l'achèvement de travaux (preuve d'action) et en permettant aux donateurs de [TRADUCTION] « contribuer directement à une cause plutôt que de canaliser les fonds par le biais d'un tiers¹⁰² ». Les bounties à incidence sociale du Bounties Network sont axées sur des choses comme :

- l'inclusion financière;
- la chaîne logistique;
- l'identité et les populations vulnérables;
- l'énergie et l'environnement.

Même avant d'entreprendre ses travaux auprès de la BSIC, ConsenSys soutenait activement des projets comme le partenariat de Viant¹⁰³ avec le Fonds mondial pour la nature en vue d'établir un prototype de plateforme de suivi des actifs et de modélisation de la chaîne logistique¹⁰⁴, dans le but de procéder au pistage et au repérage du poisson pêché dans le Pacifique Sud. Les efforts initiaux ont donné lieu à un produit (le poisson) entièrement repérable, géolocalisé, pisté et reçu numériquement à chacune des étapes de son voyage des mers des Fidji¹⁰⁵ aux assiettes du repas servi lors d'une conférence sur la chaîne de blocs à New York.

Les applications potentielles du processus de pistage et repérage de la chaîne logistique à un registre public, transparent et hautement sécuritaire vont bien au-delà du secteur de la pêche. Dans le secteur minier, par exemple, cette technologie pourrait faciliter les initiatives d'approvisionnement local ou faciliter le pistage et le repérage des minerais de conflit, ce que fait déjà une entreprise en démarrage appelée EverLedger¹⁰⁶ dans le cas du diamant brut. Les possibilités sont infinies et commencent à peine à être explorées.

101 Pop, Simona, *How Blockchain-Based Bounties Can Reinvent Our Social Impact Systems and Incentivize Action* (<https://medium.com/bounties-network/how-blockchain-based-bounties-can-reinvent-our-social-impact-systems-and-incentivize-action-e60d7f571e6>, 12 avril 2018).

102 *Ibid.*

103 Viant, « voix » de ConsenSys, est une entreprise publicitaire technologique. Voir Viant (<https://www.viantinc.com>, 2018).

104 ConsenSys, *Watch How Treum Tracks Sustainable Fish from Bait-to-Plate with Blockchain Tech* (<https://media.consensys.net/watch-how-viant-tracks-sustainable-fish-from-bait-to-plate-with-blockchain-tech-99ff46e4f43e>, 6 juillet 2018).

105 *Ibid.*

106 Voir Everledger (<https://www.everledger.io>, 2018).

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

Peut-être des contrats exécutoires reposant sur la chaîne de blocs, comme ceux qui sont développés par l'entreprise en démarrage OpenLaw¹⁰⁷, un répertoire juridique gratuit, pourraient-ils être élaborés de concert avec des initiatives d'engagement communautaire et des ententes sur les répercussions et les avantages. Les caractéristiques de la chaîne de blocs seraient importantes pour promouvoir la transparence et favoriser la reddition de comptes dans les cas où la confiance et l'intégrité sont essentielles à la mise en œuvre de telles ententes.

Une autre application de la chaîne de blocs réside dans le développement et le suivi de la « réputation », y compris la réputation des entreprises en matière de durabilité. Une industrie de plusieurs millions de dollars existe déjà relativement aux cotes environnementales, sociales et de gouvernance (ESG), qui sont utilisées par les gestionnaires d'actifs et les investisseurs pour évaluer la durabilité des sociétés dans lesquelles ils investissent. La chaîne de blocs pourrait améliorer ces processus d'établissement de cotes et les rendre plus transparents et décentralisés. Par exemple, les « registres organisés en fonction de jetons » qui s'appuient sur la chaîne de blocs peuvent tenir des listes sur à peu près n'importe quoi. Un exemple existant déjà est celui d'adChain Registry¹⁰⁸, une liste, tenue par la communauté, des sites Web (domaines) financés par la publicité, compilés au moyen d'ad-Token (ADT), une cryptomonnaie reposant sur l'Ethereum. Les participants à adChain sont incités à accepter ou à rejeter l'ajout de sites Web à un registre de façon rationnelle et en fonction du mérite de la performance publicitaire et de la qualité du contenu, en utilisant des ADT achetés pour voter pour les sites dont l'inclusion au registre est proposée. Dans le contexte du développement durable, cette technologie pourrait permettre l'élaboration de listes des sociétés les plus durables dans le monde (c'est-à-dire les sociétés auxquelles il est possible de faire confiance dans le contexte de la participation des parties prenantes ou de la communauté, qui fournissent des informations acceptables sur la durabilité, ou qui émettent des obligations vertes ou à incidence sociale de qualité). Contrairement aux approches précédentes suivies pour élaborer de telles listes, les processus de la chaîne de blocs ne seraient pas centralisés, exclusifs et opaques, mais pourraient plutôt être ouverts, transparents et intégrés grâce à la sagesse d'un vaste bassin d'experts.

La technologie du marché de prédiction fondée sur la chaîne de blocs (par exemple l'outil de marché de prédiction Gnosis¹⁰⁹) pourrait être appliquée aux cotes ESG pour établir en temps réel des cotes ESG propres aux sociétés et utilisables par les investisseurs, par le biais des mécanismes du marché. Cela permettrait d'augmenter :

107 Voir OpenLaw (<https://openlaw.io>, 2019).

108 Voir adChain, *The adChain Registry* (<https://publisher.adchain.com/domains>, 2019).

109 Voir Gnosis (<https://gnosis.io>, 2019).

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

- la capacité des investisseurs qui utilisent ces données à participer à la génération de la cote;
- la collaboration au sein du marché;
- la transparence du processus.

Les sociétés pourraient utiliser les données en temps réel pour établir les indicateurs de risque clés ou pour identifier instantanément comment des événements ou des nouvelles influent sur leur réputation en matière de durabilité.

SELON VOUS, DANS QUELLE MESURE LA TRANSPARENCE INSTAURÉE PAR LA CHAÎNE DE BLOCS AURA-T-ELLE UNE INCIDENCE SUR LES BESOINS EN RÉGLEMENTATION, ET QUELLE EN SERA L'INCIDENCE SUR LA COMMUNICATION D'INFORMATIONS SUR LA DURABILITÉ?

DE FAÇON GÉNÉRALE, PENSEZ-VOUS QUE LA CHAÎNE DE BLOCS RENFORCERA LA CONFIANCE DU GRAND PUBLIC ENVERS LES ENTREPRISES?

MICHAEL TORRANCE : Je pense que les autorités de réglementation peinent à réglementer la communication d'informations sur la durabilité. Les normes prolifèrent, à l'heure actuelle, et une certaine lassitude s'installe à l'égard des sondages : les organisations doivent revoir de nombreux cadres d'information différents et communiquer les mêmes informations de nombreuses manières différentes.

Si elle est utilisée de la bonne manière, la chaîne de blocs pourrait servir à mettre sur pied des méthodes de présentation des informations qui soient plus simples que les méthodes actuelles. Je pense que les autorités de réglementation l'apprécieraient, car elles veulent plus de transparence, mais elles ne savent juste pas toujours comment s'y prendre.

La chaîne de blocs accroîtrait-elle la confiance? Je crois que l'écoblanchiment, par exemple, était initialement un problème dans les cas où des informations étaient fournies à ce sujet, parce qu'il s'agissait simplement d'une opération de relations publiques. De nos jours, la communication d'informations sur la durabilité est beaucoup plus codifiée, et les attentes sont plus claires à cet égard. L'accent est mis sur les mesures, et on cherche à les relier à l'importance financière relative. Pour ce faire, une meilleure collecte des informations et leur insertion dans un système très transparent ne pouvant être manipulé par intervention faciliteraient les choses. Je pense que, si cela devait se produire, la chaîne de blocs pourrait *accroître la confiance*.

Des technologies liées à la chaîne de blocs sont même développées pour faciliter la résolution des différends. Un jour, les mécanismes de plainte des sociétés pourraient être gérés sans coût, au moyen de protocoles décentralisés d'évaluation des enjeux et d'arbitrage

PILIER DE L'INNOVATION SOCIALE

reposant sur une chaîne de blocs. Cette technologie pourrait être établie à partir de protocoles d'audit fondés sur la chaîne de blocs (modélisés selon les méthodes actuellement appliquées dans les cadres d'audit relatifs aux droits de la personne, aux normes du travail ou à la durabilité environnementale et sociale), afin de permettre l'enregistrement public et transparent des déclarations de conformité sous réserve que les parties prenantes intéressées puissent s'y opposer.

Ces utilisations potentielles de la chaîne de blocs sont simplement la pointe de l'iceberg, et leur développement est tributaire uniquement de la mesure dans laquelle les développeurs et les professionnels de la durabilité feront preuve de créativité pour en découvrir de nouvelles utilisations.

À propos des auteurs, des conférenciers et des animateurs

Pilier de la technologie

Dr Garrick Hileman, Ph. D.

Directeur du service de recherche chez Blockchain.com et chercheur à la London School of Economics

Discours liminaire : Technologie de la chaîne de blocs - Passé, présent et avenir



Dr Garrick Hileman est titulaire d'un doctorat en histoire économique de la London School of Economics. Il est surtout connu pour ses recherches sur l'innovation en matière de systèmes distribués et de systèmes monétaires, en particulier en ce qui concerne les cryptomonnaies et la technologie de la chaîne de blocs.

Dr Hileman a été classé parmi les 100 économistes les plus influents du Royaume-Uni et d'Irlande. Il est régulièrement amené à parler de ses recherches et à donner son point de vue aux institutions du secteur public, y compris la CIA, l'armée américaine, le Naval War College, la Réserve fédérale, la Banque d'Angleterre et le Conseil de stabilité financière, ainsi qu'aux médias comme BBC, CNBC, FT, WSJ et NPR. Dr Hileman est fréquemment invité comme conférencier.

Ses publications de recherche les plus connues sur la cryptomonnaie et la chaîne de blocs comprennent les études cosignées *2017 Global Cryptocurrency Benchmarking Study* et *2017 Global Blockchain Benchmarking Study*, publiées par l'Université de Cambridge. Il a aussi fondé le site CoinDesk, où il y a publié, de 2013 à 2016, les rapports *State of Bitcoin* et *State of Blockchain*. La dette souveraine, les crises financières, les répressions financières, les règles prudentielles, les marchés noirs et les risques systémiques sont autant d'autres sujets couverts par les recherches de Dr Hileman.

Andreas Veneris, Ph. D.

Professeur, Génie informatique et électronique, Département de génie électrique et de génie informatique, Université de Toronto

Les défis de l'ère de la cryptodécentralisation : Que faut-il faire à présent?

Dr Andreas Veneris est chercheur et professeur au département de génie électrique et de génie informatique, et il a été nommé conjointement au département d'informatique de l'Université de Toronto. Il est un ancien étudiant de la Japanese Society for the Promotion of Science, où il a été reçu comme professeur invité par l'Université de Tokyo (2010-2011). De 2006 à 2016, il a occupé un poste conjoint de professeur au département d'informatique de l'Université d'économie d'Athènes. Il détient un doctorat de l'Université de l'Illinois, à Urbana-Champaign, où il a aussi été professeur invité en 1998-1999, avant de se joindre à l'Université de Toronto. Ses recherches portent sur les méthodes formelles de vérification des contrats intelligents et des systèmes, sur les algorithmes et la cryptoéconomie, et sur les technologies fondées sur les registres.

Il a publié plus de 130 articles destinés aux revues et conférences principales de l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) et de l'ACM (Association for Computing Machinery); il a reçu le 10-year Best Paper Retrospective Award (prix qui récompense l'article ayant eu la plus grande influence sur la recherche à propos des systèmes cyberphysiques) lors de la conférence *Asian South Pacific Design Automation Conference* de l'IEEE et de l'ACM de 2014; il détient plusieurs brevets et a été nommé pour le Franklin Institute Bower Award and Prize for Achievement in Science pour ses travaux dans le domaine de la vérification par le Professeur Stephen Cook, récipiendaire du prix Turing. Dr Veneris s'implique depuis 2013 auprès de l'équipe fondatrice d'Ethereum en ce qui a trait à la vision et au déploiement. Il a mis sur pied la série de séminaires pour la recherche sur la chaîne de blocs (*Blockchain Research Seminar Series*) à l'Institut de mathématiques Fields, en 2017. En 2006, il a mené Venusa Technologies dans le processus de financement de série A en vue de commercialiser la recherche sur les méthodes formelles utilisées par le secteur des semi-conducteurs de niveau 1. Plus tôt dans sa carrière, il a travaillé à l'élaboration de Mosaic (Netscape) et, par la suite, il a fait partie de l'équipe qui a mis en œuvre la toute première diffusion Web, celle de la 37^e cérémonie des Grammy Awards qui s'est tenue le 1^{er} mars 1995, événement qui a été souligné par le Congrès américain.

Peter J. Patterson

Leader du marché des chaînes de blocs au Canada pour IBM

Introduction à la chaîne de blocs d'IBM pour les entreprises



Peter Patterson est le leader du marché de la chaîne de blocs pour IBM et est responsable de la stratégie et de la croissance au Canada. Depuis 2015, M. Patterson a travaillé sur des dizaines de projets portant notamment sur l'alignement de la valeur des entreprises, la gouvernance et les modèles d'exploitation pour les entreprises en démarrage et les entreprises établies.

M. Patterson se passionne pour le développement de réseaux d'entreprises fondés sur la chaîne de blocs et pour les nouvelles formes d'échange de valeur intersectoriel, tant dans le secteur privé que public. Avant de se joindre à l'équipe de la chaîne de blocs, il était responsable de l'équipe de l'infonuagique chez IBM dans le secteur des services financiers.

Pilier de la gouvernance

Pat Chaukos

Directrice adjointe, Commission des valeurs mobilières de l'Ontario (CVMO)

Rampe de lancement de la CVMO et innovation



Pat Chaukos dirige l'initiative Rampe de lancement de la CVMO, qui a pour but de moderniser la réglementation afin de soutenir l'innovation auprès des entreprises de technologie financière.

Mme Chaukos possède une vaste expérience en ce qui a trait aux nouvelles entreprises de technologie financière. Avant de diriger la Rampe de lancement de la CVMO, elle gérait une équipe chargée du marché dispensé et travaillait avec nombre de nouveaux modèles d'affaires, y compris des plateformes de négociation en ligne, des plateformes de prêt et des portails de financement participatif.

Mme Chaukos est titulaire d'un grade de docteur en droit de l'Osgoode Hall Law School et est comptable professionnelle agréée (CPA). Avant de se joindre à la CVMO, elle était vice-présidente, Gestion des risques et conformité, chez Royal Mutual Funds et chez RBC Investissements, en plus d'avoir été avocate et comptable agréée sur Bay Street.

Carol Paradine

Chef de la direction, Conseil canadien sur la reddition de comptes (CCRC)

Comptabilité et audit dans le monde de la chaîne de blocs : Territoire inexploré pour la réglementation de l'audit



Carol Paradine est chef de la direction du Conseil canadien sur la reddition de comptes (CCRC). Avant d'assumer ce rôle de premier plan au CCRC, elle était associée au sein d'un important cabinet international. Elle se spécialise dans les services de certification et de conseil aux sociétés ouvertes ainsi que dans les opérations comptables et financières complexes. Mme Paradine a siégé au conseil d'administration et au comité de direction de son cabinet, assumant les fonctions d'associée directrice, Perfectionnement des leaders et planification de la relève, d'associée directrice de la région des Prairies et de chef des finances intérimaire.

Les services à la collectivité sont tout aussi importants pour Mme Paradine, qui a présidé la Chambre de commerce du Manitoba et la Société Alzheimer du Manitoba, été membre du conseil, du comité d'audit ou du comité financier de la Société Alzheimer du Canada, de Centreport Canada, du YMCA-YWCA de la région de la Capitale nationale, d'Innovate Manitoba, de Harmony House, et de l'école d'administration de l'Université Carleton. Elle a également été entraîneuse de jeunes joueurs de soccer pendant plusieurs années et a été chargée d'enseignement et entraîneuse à l'Université de Carleton.

Mme Paradine détient un baccalauréat en commerce et a obtenu le titre canadien de comptable professionnelle agréée et le titre américain de Certified Public Accountant. Elle parle couramment les deux langues officielles.

Laura Gheorghiu

Associée, Gowling WLG

Cryptomonnaies et applications possibles de la chaîne de blocs : Introduction aux enjeux fiscaux



Laura Gheorghiu est associée en fiscalité chez Gowling WLG et membre des groupes consacrés à la technologie et aux chaînes de blocs ainsi qu'aux contrats intelligents. Elle est spécialisée en structures de placement transfrontalier (entrant et sortant) et en réorganisation d'entreprises, et donne des conseils sur les fonds de capital-investissement d'entreprises locales et de multinationales. Elle développe également une expertise dans le domaine de l'application des règles fiscales au secteur technologique, particulièrement pour les fournisseurs de solutions cybercommerciales liées à la technologie de la chaîne de blocs.

En outre, Mme Gheorghiu a donné des conseils concernant les questions liées aux obligations de l'employeur en matière de paie et de pension, les taxes fédérale et provinciale sur la valeur ajoutée (TPS/TVH et TVQ) et la taxe à la consommation (particulièrement sur le carburant et l'alcool). Pour ce qui est de la résolution de litiges, elle représente des clients auprès de l'Agence du revenu du Canada et de Revenu Québec aux étapes de la vérification et de l'avis d'opposition, ainsi qu'au moment de la préparation de la divulgation volontaire relative à l'impôt sur le revenu des sociétés et aux taxes de vente.

En 2017, Mme Gheorghiu a été reconnue par l'*International Tax Review* comme chef de file parmi les femmes agissant dans le domaine de la fiscalité.

En plus de rédiger fréquemment des articles et de donner des conférences pour la Fondation canadienne de fiscalité (FCF) (en particulier sur des sujets tels que la finance internationale et l'incidence des accords fiscaux bilatéraux), Mme Gheorghiu est rédactrice pour le *Taxation of Executive Compensation and Retirement Journal* et est coauteure du chapitre sur la fiscalité dans le *Business Guide to Environmental Law*. Elle siège également au comité directeur du groupe des Jeunes Fiscalistes de Montréal de la FCF.

Mme Gheorghiu détient une maîtrise en droit – Fiscalité de HEC Montréal, dans le cadre de laquelle elle s'est vu remettre par la FCF le prix pour la moyenne la plus élevée de la maîtrise en droit – Fiscalité, en plus de recevoir deux bourses : la bourse d'excellence de PSB Boisjoli et la bourse d'excellence du comité des diplômés d'études supérieures. Elle détient également un baccalauréat en droit et en droit civil de l'Université McGill, dans le cadre duquel elle a reçu le Stikeman Elliott / Carswell National Tax Award.

Pilier de l'innovation sociale

Marc Lijour

Cofondateur de ColliderX et fondateur du groupe Metamesh

Innovation sociale et chaîne de blocs



Marc Lijour aide les particuliers et les organisations à réaliser leur plein potentiel en tirant parti des technologies et de la liberté d'innover. En 2018, il se joint à ConsenSys, la plus grande société de chaîne de blocs avec plus de 800 employés répartis dans 30 pays, afin de faire entrer l'Ethereum sur le marché des entreprises. Il croit que l'Ethereum, qui peut gérer les chaînes de blocs privées et publiques, est le mieux placé pour garantir un Internet de valeur qui serait inclusif et juste pour les entreprises autant que pour les particuliers.

M. Lijour est détenteur d'un baccalauréat en mathématiques et en informatique, d'un MBA en gestion de la technologie et de l'innovation ainsi que de certificats en éducation. Le fait qu'il prône activement les logiciels libres depuis les 20 dernières années l'a mené à travailler sur des projets de recherche avec les éditeurs de Linux et sur des intégrateurs de système. Pendant plus de 10 ans, il a occupé des postes de haut niveau et a aidé de grandes institutions, en particulier du secteur public, à élaborer et à mettre en œuvre des solutions, des politiques et des programmes novateurs.

M. Lijour est membre de plusieurs conseils d'organismes sans but lucratif, parmi lesquels le Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC), le Toronto French Business Network (TFBN) et, non le moindre, ColliderX, premier groupe de recherche et développement au monde accessible à tous et qui se concentre sur la chaîne de blocs et autres technologies connexes telles que l'intelligence artificielle et la réalité virtuelle, qu'il a cofondé en 2017. Il a récemment lancé Metamesh Consulting, un nouveau groupe dont l'objectif est de rendre les entreprises, la vie et la société plus responsables et plus pertinentes en tirant parti des nouvelles technologies comme la chaîne de blocs.

Michael Torrance

Directeur, Développement durable, avocat-conseil associé, BMO Groupe financier

La chaîne de blocs comme outil de promotion du développement durable



Michael Torrance est directeur, Développement durable et avocat-conseil associé chez BMO Groupe financier. Avant son entrée en fonction à la banque, il était associé chez Norton Rose Fulbright LLP au bureau de Toronto. Il possède de l'expérience en conseils en gestion des risques relativement aux normes internationales de gestion des risques environnementaux et sociaux et en contrôle diligent en matière de droits de la personne. M. Torrance a écrit plusieurs guides concernant les cadres conceptuels internationaux sur la gouvernance environnementale et sociale, notamment *Principes de l'Équateur* et les normes de performance de l'IFC relatives aux préoccupations environnementales et à la durabilité sociétale. Il s'occupe principalement de l'application de ces normes dans le secteur bancaire et financier. En tant que directeur du développement durable, M. Torrance dirige la stratégie et la mise en œuvre de la gouvernance de la durabilité à l'échelle de l'organisation BMO Groupe financier, y compris en ce qui concerne la présentation d'information sur les questions environnementales, sociales et de gouvernance (ESG) ainsi que les relations avec les parties prenantes. M. Torrance siège également au groupe Corporate Affairs et se rapporte au secrétaire général et au conseiller juridique de BMO.

Animateurs des tables rondes et organisateurs de la conférence

Yue LI, Ph. D.

Professeur agrégé de comptabilité, Université de Toronto



Yue Li est professeur agrégé de comptabilité à l'Université de Toronto, où il est nommé conjointement à l'Institute for Management & Innovation et à la Joseph L. Rotman School of Management. Il a obtenu un MBA de l'Université de Toronto et un doctorat de l'Université Queen's. M. Li est CPA et CMA. Ses recherches portent sur la communication et la pertinence en matière d'évaluation de la performance environnementale des entreprises, de la responsabilité sociale des entreprises et des pratiques en matière de développement durable. M. Li a agi à titre de rédacteur suppléant pour *Recherche comptable contemporaine*, de corédacteur pour *Asia-Pacific Journal of Accounting and Economics*, *Managerial Auditing Journal* et *Accounting Forum*, et à titre de rédacteur invité pour *Journal of Management Accounting Research* et *Asia Review of Accounting*. Il a publié ses recherches dans des revues de premier plan dédiées aux recherches en comptabilité, parmi lesquelles *The Accounting Review*, *Recherche comptable contemporaine*, *Accounting, Organizations and Society*, *Journal of Accounting and Public Policy*, *European Accounting Review* et *Journal of Accounting, Auditing and Finance*.

Soo Min Toh, Ph. D.

Professeure agrégée en comportement organisationnel et en gestion des RH, directrice de l'Institute for Management & Innovation, Université de Toronto



Soo Min Toh est professeure agrégée à l'Université de Toronto, où elle est nommée conjointement à l'Institute for Management & Innovation et à la Joseph L. Rotman School of Management, en plus d'être membre du corps professoral à l'Université de l'Edinburgh Business School. Elle détient un doctorat de l'Université Texas A&M. Mme Toh siège au conseil de rédaction de plusieurs revues internationales de haut calibre et a été présidente du comité des affaires internationales de la Society of Industrial & Organizational Psychology. À l'Université de Toronto, elle enseigne à des étudiants de 1^{er} et 2^e cycle universitaire, abordant des notions telles que le leadership, le parti pris, la maximisation du potentiel humain et la conduite de recherches. Dans le cadre de ses recherches, elle s'intéresse notamment à la gestion interculturelle, au leadership et à la coopération. Elle a publié des articles dans *Academy of Management Journal*, *Academy of Management Review*, *Journal of Applied Psychology* et *Psychological Science*, en plus de siéger au comité de rédaction de *Journal of International Business Studies*. En outre, ses

travaux sur le leadership, sur les femmes dirigeantes et sur la coopération interculturelle entre les groupes ont été diffusés dans les médias d'affaires et de nouvelles internationales, notamment le *Financial Times*, *Fortune*, *The Globe & Mail* et le *Harvard Business Review*.

Irene M. Wiecek

Professeure agrégée et chargée d'enseignement en comptabilité, directrice du programme de maîtrise en gestion et en comptabilité professionnelle et directrice de BIGDataHUB à l'Université de Toronto



Irene M. Wiecek est professeure à l'Université de Toronto, où elle est nommée conjointement à l'Institute for Management & Innovation et à la Joseph L. Rotman School of Management. Mme Wiecek se consacre à la formation des comptables professionnels depuis plus de 25 ans. Elle a siégé au sein d'universités et de divers comités d'organismes professionnels comptables à l'échelle provinciale et nationale, et a participé à la création et à la direction du programme d'immersion sur les IFRS de CPA Canada pour les comptables en exercice ainsi qu'à la fondation et à la codirection du CPA/Rotman Centre for Innovation in Accounting Education. En ce qui concerne la normalisation, elle est membre du Groupe de discussion sur les IFRS du Conseil des normes comptables.

Mme Wiecek a coécrit de nombreux ouvrages et publications, y compris sept éditions de l'ouvrage *Intermediate Accounting* (Kieso et collab.) dont elle est l'une des deux coauteurs canadiens de l'édition canadienne. Elle s'intéresse aux Normes internationales d'information financière, à l'intégration dans l'enseignement de la comptabilité et, plus récemment, aux mégadonnées, à l'intelligence artificielle et aux technologies émergentes, dont la chaîne de blocs. Mme Wiecek est membre de l'initiative Voir demain : Réimaginer la profession, ainsi que du groupe de travail sur la gouvernance des données. Elle est FCPA et FCA, et elle est la directrice et fondatrice de BIGDataHUB à l'Université de Toronto.



CPA

COMPTABLES
PROFESSIONNELS
AGRÉÉS
CANADA

277, RUE WELLINGTON OUEST
TORONTO (ONTARIO) CANADA M5V 3H2
TÉL. 416 977.3222 TÉLÉC. 416 977.8585
WWW.CPACANADA.CA