



Titre: Analyse des pratiques organisationnelles d'excellence pour la pré-adoption de la blockchain
Title:

Auteur: Félix-Antoine Lasnier
Author:

Date: 2023

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Lasnier, F.-A. (2023). Analyse des pratiques organisationnelles d'excellence pour la pré-adoption de la blockchain [Mémoire de maîtrise, Polytechnique Montréal].
Citation: PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/55977/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/55977/>
PolyPublie URL:

Directeurs de recherche: Christophe Danjou, & Mario Bourgault
Advisors:

Programme: Génie industriel
Program:

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

affiliée à l'Université de Montréal

**Analyse des pratiques organisationnelles d'excellence pour la pré-adoption de
la blockchain**

FÉLIX-ANTOINE LASNIER

Département de mathématiques et de génie industriel

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de *Maîtrise ès sciences appliquées*

Génie industriel

Octobre 2023

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

affiliée à l'Université de Montréal

Ce mémoire intitulé :

Analyse des pratiques organisationnelles d'excellence pour la pré-adoption de la blockchain

présenté par **Félix-Antoine LASNIER**

en vue de l'obtention du diplôme de *Maîtrise ès sciences appliquées*

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

Martin TRÉPANIÉ, président

Christophe DANJOU, membre et directeur de recherche

Mario BOURGAULT, membre et codirecteur de recherche

Stéphane GAGNON, membre

DÉDICACE

À maman, pour ses encouragements soutenus tout au long de mon parcours universitaire.

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier mes codirecteurs de recherche, Mario Bourgault et Christophe Danjou, ainsi que l'ensemble des experts blockchain qui ont rendu ma collecte de données possible.

RÉSUMÉ

Technologie émergente en plein essor, la blockchain a reçu une attention grandissante dans les médias populaires et d'affaires depuis son introduction avec Bitcoin. Cette technologie fait référence à un ensemble d'acteurs qui opèrent un registre de données regroupées en blocs. Les blocs sont reliés les uns aux autres dans un ordre chronologique, formant ainsi une chaîne. Ce qui la rend unique, c'est que ce registre est maintenu par un réseau d'ordinateurs décentralisés, ou nœuds. Lorsqu'une nouvelle transaction a lieu, elle est vérifiée par plusieurs nœuds du réseau. Une fois vérifiée, la transaction est ajoutée à un nouveau bloc. Ce bloc est ensuite relié au précédent, créant ainsi un enregistrement sécurisé et immuable de toutes les transactions. Cette nature décentralisée et inviolable de la blockchain en fait une technologie précieuse pour de nombreuses applications au-delà des cryptomonnaies, notamment la gestion de la chaîne d'approvisionnement, les systèmes de vote, et bien d'autres.

Conséquemment, des organisations de types et tailles variées s'y sont intéressé à leur tour, et certaines ont développé un certain intérêt à l'adopter. Malgré cela, le chemin vers l'adoption (en d'autres mots, la pré-adoption) reste parsemé d'obstacles : en effet, les acteurs du domaine ne s'entendent pas sur trois aspects cruciaux de la pré-adoption : les étapes à exécuter avant de passer à la phase d'implémentation, les critères nécessaires auxquels tout cas d'utilisation blockchain devrait répondre, et les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter (implémenter) la technologie. Ce projet de recherche vise à étudier et proposer des solutions pour accroître les chances de succès d'une pré-adoption de la blockchain en contexte organisationnel.

Pour relever les connaissances pertinentes tirées de la littérature, nous avons d'abord procédé à une revue de littérature. Cette revue a permis de constater une absence de consensus quant aux pratiques d'excellence : plusieurs étapes, critères et conditions sont suggérées par divers auteurs, et même si plusieurs items sont suggérés par plusieurs auteurs, aucun d'entre eux n'est suggéré par l'ensemble des auteurs.

Les connaissances relevés lors de la revue de littérature ont ensuite été soumis à l'évaluation de 17 experts blockchain, sous la forme d'une étude Delphi en deux rondes. Au total, ce sont 57 étapes, critères et conditions qui furent notés en fonction de leur importance perçue. Afin de donner un aspect qualitatif au projet de recherche, les experts avaient également l'option de laisser des commentaires, non seulement pour suggérer des pratiques omises lors de la revue de littérature,

mais également pour contraster leurs notations et y fournir des explications supplémentaires. Cette étude a donc permis d'évaluer l'état de l'art en fonction de l'expérience terrain des répondants. Nous avons ainsi pu émettre des recommandations pour chaque composante de l'étude (étapes, critères, conditions). Nous recommandons entre autres que les cadres d'une organisation soient activement impliqués dans sa pré-adoption de la blockchain et qu'ils diffusent une culture d'innovation à travers les différents niveaux de gestion. Une organisation peut décider de piloter plusieurs cas d'utilisation blockchain en même temps si elle en a les ressources humaines et financières nécessaires. Dans tous les cas, cependant, les premiers cas d'utilisation blockchain retenus devraient être simples, interopérables, éviter de stocker des renseignements confidentiels, et permettre à l'organisation de mieux poursuivre sa mission.

Le mémoire présente des contributions significatives au domaine de la pré-adoption de la blockchain. Elle met en lumière un sujet de recherche jusqu'ici négligé dans la littérature académique et adopte une approche holistique de cette phase, couvrant les étapes, critères et conditions nécessaires. Les éléments clés sont priorisés grâce à la méthode Delphi, impliquant des experts aux profils variés pour éliminer les biais de conformité. Il se distingue par sa compilation inédite des pratiques organisationnelles d'excellence visant à optimiser la structuration des processus de pré-adoption de la blockchain. De plus, elle propose des lignes directrices pratiques pour les organisations intéressées par la pré-adoption de la blockchain, potentiellement augmentant les chances de succès dans un contexte organisationnel. À moyen et long terme, cette recherche pourrait contribuer à améliorer la perception de la technologie blockchain dans le monde des affaires et la société en général.

À titre de suivi de cette étude, les mêmes items pourraient être évalués dans le cadre d'une autre technologie émergente comme l'intelligence artificielle ou la connectivité 5G.

ABSTRACT

A burgeoning emerging technology, blockchain has received increasing attention in popular and business media since its introduction with Bitcoin. This technology refers to a set of actors who operate a ledger of data grouped into blocks. Blocks are linked together in chronological order, forming a chain. What makes it unique is that this register is maintained by a network of decentralized computers, or nodes. When a new transaction takes place, it is verified by several nodes in the network. Once verified, the transaction is added to a new block. This block is then linked to the previous one, creating a secure, immutable record of all transactions. This decentralized, tamper-proof nature of blockchain makes it a valuable technology for many applications beyond cryptocurrencies, including supply chain management, voting systems, and many others. To identify relevant knowledge from the literature, we first carried out a literature review. This review revealed a lack of consensus regarding best practices: several steps, criteria and conditions are suggested by various authors, and even if several items are suggested by several authors, none of them is suggested by all authors.

The knowledge identified in the literature review was then assessed by 17 blockchain experts, in the form of a two-round Delphi study. A total of 57 steps, criteria and conditions were rated according to their perceived importance. To give a qualitative aspect to the research project, the experts also had the option of leaving comments, not only to suggest practices omitted from the literature review, but also to contrast their ratings and provide additional explanations. This study thus enabled us to assess the state of the art in terms of the respondents' field experience. This enabled us to make recommendations. Among other things, we recommend that an organization's executives be actively involved in its pre-adoption of blockchain, and that they spread a culture of innovation throughout the various levels of management. An organization may decide to pilot several blockchain use cases at the same time if it has the necessary human and financial resources. In all cases, however, the first blockchain use cases selected should be simple, interoperable, avoid storing confidential information, and enable the organization to better pursue its mission.

This master's thesis presents significant contributions to the field of blockchain pre-adoption. It sheds light on a research topic hitherto neglected in the academic literature and takes a holistic approach to this phase, covering the necessary steps, criteria, and conditions. Key elements are prioritized using the Delphi method, involving experts with varied profiles to eliminate compliance

bias. The master's thesis stands out for its groundbreaking compilation of organizational best practices aimed at optimizing the structuring of blockchain pre-adoption processes. In addition, it proposes practical guidelines for organizations interested in blockchain pre-adoption, potentially increasing the chances of success in an organizational context. In the medium to long term, this research could help to improve the perception of blockchain technology in the business world and society at large.

As a follow-up to this study, the same items could be evaluated in the context of another emerging technology such as artificial intelligence or 5G connectivity.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	III
REMERCIEMENTS	IV
RÉSUMÉ.....	V
ABSTRACT	VII
TABLE DES MATIÈRES	IX
LISTE DES TABLEAUX.....	XII
LISTE DES FIGURES.....	XIV
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XV
DÉFINITIONS	XVII
LISTE DES ANNEXES.....	XIX
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Mise en contexte.....	3
1.1.1 Historique	3
1.1.2 Composantes et fonctionnalités.....	12
1.1.3 Perspectives sur la blockchain et la décentralisation	19
1.1.4 La blockchain en éducation et en recherche.....	23
1.1.5 Utilisation des blockchains en entreprise	23
1.2 Problématique.....	26
1.2.1 Partenaire industriel.....	26
1.2.2 Énoncé de la problématique	26
1.2.3 Objectif principal de la recherche	27
1.3 Démarche du projet et organisation du document.....	27

CHAPITRE 2	REVUE DE LITTÉRATURE	29
2.1	Introduction	29
2.2	Pré-adoption	29
2.3	Méthodologie de recherche bibliographique.....	31
2.3.1	Méthodologie	31
2.3.2	Résultats	33
2.3.3	Revue critique	39
2.4	Conclusion.....	39
CHAPITRE 3	MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	41
3.1	Introduction	41
3.2	Question et objectifs de recherche	41
3.3	Présentation de la méthode Delphi.....	42
3.3.1	Historique.....	42
3.3.2	Méthodologie	43
3.4	Démarche de recherche proposée.....	47
3.4.1	Développement de la méthode	47
3.4.2	Structure de la méthode.....	47
3.5	Conclusion.....	52
CHAPITRE 4	PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS	53
4.1	Profil des répondants	53
4.2	Résultats	54
4.2.1	Ronde 1	54
4.2.2	Ronde 2	59
4.2.3	Indice de fiabilité inter-juges.....	86

CHAPITRE 5	DISCUSSION	89
5.1	Rappel de la démarche	89
5.2	Retour sur les objectifs et principaux résultats.....	89
5.3	Contributions du mémoire.....	93
5.4	Limites et avenues de recherche.....	94
CHAPITRE 6	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	96
RÉFÉRENCES.....		98
ANNEXES		109

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Matrice de décision pour blockchain et exemples de cas d'utilisation (Tapscott et Tapscott, 2016).....	17
Tableau 1.2 : Comparaison des trois grandes phases d'évolution du Web (Elevate X, 2022).....	21
Tableau 2.1 : Mots-clés des concepts : Blockchain et pré-adoption (source : Auteur).....	31
Tableau 3.1 : Étapes mentionnées dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur).....	47
Tableau 3.2 : Critères mentionnés dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur)	49
Tableau 3.3 : Conditions mentionnées dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur)....	51
Tableau 3.4 : Échelle utilisée pour l'évaluation des items (source : Auteur).....	52
Tableau 4.1 : Progression de la participation des experts invités à l'étude (source : Auteur)	53
Tableau 4.2 : Répartition des répondants selon leur secteur et expérience (source : Auteur)	53
Tableau 4.3 : Résultats Ronde 1 pour les Étapes, tous (n=19) (source : Auteur)	54
Tableau 4.4 : Résultats Ronde 1 pour les Critères, tous (n=19) (source : Auteur)	56
Tableau 4.5 : Résultats Ronde 1 pour les Conditions, tous (n=19) (source : Auteur).....	58
Tableau 4.6 : Regroupements pour la section "Étapes avant" (source : Auteur)	60
Tableau 4.7 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, tous (n=17) (source : Auteur).....	60
Tableau 4.8 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon l'expérience (source : Auteur).....	64
Tableau 4.9 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon le secteur (source : Auteur)	66
Tableau 4.10 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter au moment de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, tous (source : Auteur)	68
Tableau 4.11 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter au moment de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon l'expérience (source : Auteur).....	69

Tableau 4.12 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter au moment de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon le secteur (source : Auteur)	70
Tableau 4.13 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter après avoir généré un ou plusieurs cas d'utilisation, tous (source : Auteur).....	71
Tableau 4.14 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter après avoir généré un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon l'expérience (source : Auteur).....	72
Tableau 4.15 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter après avoir généré un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon le secteur (source : Auteur)	73
Tableau 4.16 : Regroupements pour la section "Critères" (source : Auteur)	74
Tableau 4.17 : Résultats finaux pour les critères pour évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux, tous (source : Auteur)	74
Tableau 4.18 : Résultats finaux pour les critères pour évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux, segmentation selon l'expérience (source : Auteur)	77
Tableau 4.19 : Résultats finaux pour les critères pour évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux, segmentation selon le secteur (source : Auteur).....	79
Tableau 4.20 : Regroupements pour la section "Conditions" (source : Auteur)	81
Tableau 4.21 : Résultats finaux pour les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain, tous (source : Auteur).....	81
Tableau 4.22 : Résultats finaux pour les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain, segmentation selon l'expérience (source : Auteur)	83
Tableau 4.23 : Résultats finaux pour les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain, segmentation selon le secteur (source : Auteur)	84
Tableau 4.24 : Indice de fiabilité inter-juges (source : Auteur)	87

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Hype Cycle pour les technologies blockchain (Litan, 2022).....	11
Figure 1.2 : Matrice de priorité des technologies blockchain (Avivah et Leow, 2021).....	12
Figure 1.3 : Illustration du concept de registre distribué (adapté de (<i>Blockchain project management on demand</i> , 2021))	13
Figure 1.4 : Illustration du concept de blockchain (adapté de BTA (2021))	14
Figure 1.5 : Blockchain, contrat intelligent et oracle vus comme un corps (adapté de SmartContent Publications (2021))	23
Figure 1.6 : Organisation du document (source : Auteur).....	28
Figure 2.1 : Stratégie de recherche (source : Auteur)	33

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ADR	Action Design Research – Recherche en conception-action
API	Application Programming Interface – Interface de programme d’application
B2B	Business-to-Business – Entreprise-à-Entreprise
B2C	Business-to-Consumer – Entreprise-à-Consommateur
BIM	Building Information Modeling – Modélisation des données du bâtiment
BPMN	Business Process Modeling Notation – Notation de la modélisation des processus d’affaires
BPR	Business Process Reengineering – Réingénierie des processus d’affaires
BTA	Blockchain Training Alliance
CBDC	Central Bank Digital Currency – Monnaie numérique de banque centrale
CoPM	Construction Project Management – Gestion de projet en construction
DeFi	Decentralized Finance – Finance décentralisée
DLT	Distributed Ledger Technology – Technologie de registre distribué
EBC	Enterprise Blockchain – Blockchain d’entreprise
FFOM	Forces, faiblesses, opportunités et menaces
FinTech	Financial Technologies – Technologies financières
GPA	Gestion des processus d’affaires
IOT	Internet of Things – Internet des Objets
KYC	Know Your Customer – Connaissance du client
MSP	Membership Service Provider – Fournisseur de services d’adhésion
NFT	Non-Fungible Token – Jeton non fongible
PA	Processus d’affaires
PIB	Produit intérieur brut
POC	Proof of concept – Preuve de concept

R&D	Recherche et développement
SVA	Sans valeur ajoutée
SI	Système d'information
TI	Technologies de l'information
UAV	Unmanned Aerial Vehicle – Véhicule aérien sans pilote
UGV	Unmanned Ground Vehicle – Véhicule terrestre sans pilote
VAA	Valeur ajoutée d'affaires
VAR	Valeur ajoutée réelle

DÉFINITIONS

Terme (<i>anglais</i>)	Définition
Cas d'utilisation (<i>Use Case</i>)	Ensemble d'actions rendu possible par un outil (ici, la blockchain) afin de permettre à ses utilisateurs d'atteindre des objectifs définis. Des exemples de cas d'utilisation pour l'intelligence artificielle sont : « Automatiser un flux de travail », « Prédire la météo », « Générer du contenu », etc. Chaque cas d'utilisation possède ainsi une combinaison unique d'utilisateurs, de fonctionnalités, d'objectifs, et de règles. (Services Québec, 2023a)
Chaîne de blocs (<i>Blockchain</i>)	Base de données distribuée et sécurisée, dans laquelle sont stockées chronologiquement, sous forme de blocs liés les uns aux autres, les transactions successives effectuées entre ses utilisateurs depuis sa création. (Institut de Gouvernance Numérique, 2019)
Évolutivité (<i>Scalability</i>)	Capacité d'une application ou d'un produit informatique (matériel ou logiciel) à continuer de fonctionner correctement lorsqu'il (ou son contexte) est modifié en taille ou en volume afin de répondre à un besoin de l'utilisateur. (Traduit de SUSE, (2023)
Organisation (<i>Organization</i>)	Groupement de personnes structuré au sein d'une entité repérable qui s'unit, coordonne ses actions et met en œuvre des moyens afin d'atteindre des objectifs et de répondre à des besoins. Par extension de sens, le terme organisation désigne l'entité au sein de laquelle se trouve ce groupement de personnes, tels une entreprise privée ou publique, un organisme, un syndicat, une association, un centre de recherche. (Office québécois de la langue française, 2010)
Pré-adoption	Processus visant à faire connaître une technologie, évaluer son potentiel disruptif, conduire une courte exploration de celle-ci, et concevoir des prototypes. (Lesca et al., 2015)

Registre distribué (<i>Distributed Ledger Technology – DLT</i>)	Registre simultanément enregistré et synchronisé sur un réseau d'ordinateurs, qui évolue par l'addition de nouvelles informations préalablement validées par l'entière du réseau et destinées à ne jamais être modifiées ou supprimées. (Institut de Gouvernance Numérique, 2019)
Renseignement identificateur (<i>Personally Identifiable Information – PII</i>)	Toute information permettant d'identifier directement une personne. (Traduit de Investopedia, (2023)
Technologie émergente (<i>Emerging Technology</i>)	Technologie qui se trouve au stade de la recherche et des premières applications expérimentales et qui est susceptible de modifier les conditions de la concurrence dans une activité donnée. (Office québécois de la langue française, 2008)

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A QUESTIONNAIRE D'ENTREVUE SEMI-DIRIGÉ.....	109
ANNEXE B COLLECTE DE DONNÉES CHEZ LE PARTENAIRE INDUSTRIEL.....	116
ANNEXE C QUESTIONNAIRE DELPHI (RONDE 1).....	118
ANNEXE D QUESTIONNAIRE DELPHI (RONDE 2).....	127

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

Depuis le 18^e siècle, l'humanité a connu plusieurs révolutions industrielles, chacune déclenchée par des innovations majeures. Qui plus est, chaque nouvelle révolution est de plus en plus rapide et a des répercussions importantes sur la manière dont les humains communiquent, travaillent, et vivent.

La machine à vapeur est généralement reconnue comme ayant été le moteur de la première révolution industrielle au 18^e siècle. L'électricité et les engins à combustion ont ensuite bouleversé notre quotidien lors de la deuxième révolution vers la fin du 19^e siècle, et l'ordinateur a été à l'origine de la troisième révolution, celle de l'automatisation et de l'informatique, à partir des années 1980 (Schwab, 2017).

C'est lors de la troisième révolution industrielle que le terme Technologies de l'Information (TI) est apparu, dans les années 1980. On définit aujourd'hui les TI comme un ensemble de matériels, logiciels et services utilisés pour la collecte, le traitement et la transmission de l'information (Services Québec, 2023b). Elles ont connu un essor fulgurant dès les années 1980, notamment avec la montée en puissance de Microsoft et IBM, et plus tard (dans les années 2010) avec la création du terme des cinq géants du GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft). Une après l'autre, les organisations partout dans le monde se sont mises à investir dans des systèmes informatiques pour augmenter la productivité tout en assurant leur compétitivité. Il en était de même avec les ménages, qui se procuraient des ordinateurs personnels.

La quatrième révolution industrielle fut amorcée dans les années 2010, menée par une hausse de l'automatisation intelligente et de la connectivité (Philbeck et Davis, 2019). Par exemple, les téléphones intelligents devinrent monnaie courante en moins de cinq ans, et les organisations s'empressèrent de développer des applications mobiles pour répondre aux besoins de leurs clients et consommateurs.

Dès 2020, la crise sanitaire de la COVID-19 a encore une fois fait grandir la place des TI en société, alors que l'enseignement et le travail se sont faits à la maison pendant presque trois ans. En émergence bien avant la pandémie, le terme « transformation numérique » s'est davantage posé sur les lèvres de multiples personnalités d'affaires. Pendant ce temps, diverses avancées technologiques se sont succédé, notamment : le lancement de casques de réalité virtuelle à haute

performance, et plus récemment la sortie de chatGPT, un robot conversationnel dont le résultat à un examen de droit aux États-Unis s'est hissé parmi le top 10% de tous les participants (Van Boom, 2023). Il a ainsi été affirmé par plusieurs, dont (Hern, 2022), que le lancement de chatGPT est pour l'intelligence artificielle ce que le premier iPhone était pour la téléphonie mobile. Pendant la pandémie, la blockchain a également fait les manchettes. Plusieurs cryptomonnaies ont connu des flambées en capitalisation, et des réglementations furent graduellement introduites.

En 2023, plusieurs TI animent les discussions, notamment : Blockchain¹, 5G, informatique quantique, informatique de pointe (*Edge Computing*), infonuagique (*Cloud*), intelligence artificielle (IA), internet des objets (IoT), etc. Dans bien des cas, ces technologies sont complémentaires les unes aux autres et permettent donc de produire une valeur décuplée lorsqu'elles sont utilisées conjointement, à l'intérieur d'un même cas d'utilisation. Depuis 2022, un programme de bourses au collégial et à l'université est désormais offert dans divers domaines en demande, dont les TI (Gouvernement du Québec, 2023).

En résumé, les TI sont devenues une ressource essentielle au fonctionnement des organisations et de la société. Elles en constituent désormais le socle pour assurer la compétitivité et la résilience aux défis actuels (ex. : guerre des talents, chaîne logistique mondiale perturbée, etc.). Malgré cette omniprésence de la ressource TI, sa mise en place dans les organisations semble encore poser un problème. À preuve, les études montrent un seuil alarmant d'échec dans la réalisation de projets TI. Plus de 70% des projets TI échoueraient à rencontrer les cibles initiales : dépassement de budget, non-respect de l'échéancier, insatisfaction des clients, etc. (Philips, 2002). Les facteurs sont nombreux pour expliquer ce niveau élevé d'échec, mais ils sont souvent de nature organisationnelle : mauvaise stratégie, mauvaise gestion du changement, objectifs irréalistes, connaissances insuffisantes à l'interne, etc. (Rivard, 2013).

Face à un taux d'échec élevé dans le déploiement technologique, la littérature fournit pourtant des pistes pertinentes. Il est par exemple reconnu qu'une planification spécifique s'impose dans ce type de projet. Une organisation doit effectuer une analyse rigoureuse de son parcours technologique :

¹ N.B: Tout au long de ce mémoire, le terme « blockchain » est utilisé afin d'en simplifier la lecture. Le terme officiel au Québec est « chaîne de blocs ».

comprendre son passé, diagnostiquer son présent et définir sa vision à long terme alignée avec ses objectifs stratégiques. Pour chaque projet TI, cette démarche implique une analyse de rentabilité, un examen des risques et bénéfices, et une considération des implications organisationnelles. Ces principes, bien que récurrents dans la littérature et les conseils des consultants, ne sont pas toujours mis en pratique de manière systématique. Leur mise en œuvre précise et déterminée pourrait pourtant constituer un levier essentiel pour améliorer le taux de réussite des projets TI.

Dans cette grande mouvance des bouleversements liés aux TI, ce mémoire s'intéresse précisément à la blockchain. En dix ans, les innovations blockchain ayant succédé au Bitcoin ont explosé : la blockchain sert désormais à échanger de l'argent, des biens numériques, des droits de propriété, des messages, et bien plus (Malkov, 2023). Certaines solutions blockchain sont destinées aux consommateurs, d'autres aux organisations, et d'autres à tous. La blockchain est ainsi devenue un terme « parapluie » qui regroupe une foule de technologies. Dans ce contexte, il peut donc être tentant pour une organisation d'être rapidement emballée par les promesses d'une telle technologie transformative. Malgré l'intérêt porté par plusieurs organisations envers cette technologie, le niveau d'adoption demeure toutefois encore très bas. Qui plus est, la littérature reste très pauvre quant aux façons d'appréhender le phénomène et de procéder à son implantation. La section Mise en contexte 1.1 se veut donc un aperçu des événements et innovations ayant mené la blockchain à ce qu'elle est aujourd'hui.

1.1 Mise en contexte

Cette section se veut une vue d'ensemble sur les aspects techniques et d'affaires relatifs à la blockchain. Un bref historique de la technologie est présenté.

1.1.1 Historique

1.1.1.1 Organisations sociales et enjeux relatifs à la centralisation et décentralisation

Le phénomène de répartition du pouvoir et du contrôle, notamment appliquée aux ressources, est aussi ancien que la société humaine elle-même. Il fait partie de l'histoire depuis les temps les plus anciens où des collectivités ont dû apprendre à s'organiser et prendre des décisions concernant leur développement. C'est notamment par rapport au continuum « centralisation-décentralisation » que les collectivités ont toujours dû faire des choix selon les préférences, les contextes ou les contraintes

auxquelles elles étaient soumises. Encore aujourd'hui, on peut aisément voir des manifestations de ces choix que ce soit au niveau organisationnel que politique. Par exemple, dans la plupart des entreprises, certaines décisions demeurent très centralisées (ex. : orientations stratégiques) alors que d'autres décisions (ex. : approvisionnements, embauches, etc.) peuvent être décentralisées dans une certaine mesure. Les technologies de l'information sont également soumises à ce positionnement entre centralisation et décentralisation. Historiquement, cette ressource vitale a fait l'objet de mouvement entre systèmes très centralisés et réseaux décentralisés. À leurs balbutiements, les TI étaient très centralisées (ex : ERP, CRM).

C'est là que la technologie blockchain peut se révéler utile. Grâce à la blockchain, une sorte de système en ligne d'enregistrement des informations, des résultats immédiats peuvent être obtenus. Cela démontre que la blockchain n'est pas simplement une nouvelle technologie en quête d'une utilisation. Cependant, pour que la blockchain fonctionne en temps réel, d'autres avancées technologiques ont été nécessaires. Plus précisément, de meilleures connexions Internet et de meilleurs réseaux étaient requis. L'émergence d'un Internet rapide et fiable a fourni l'épine dorsale nécessaire au bon fonctionnement de la blockchain.

L'amélioration de la puissance de traitement des ordinateurs, de la protection des données et de l'espace de stockage a également joué un rôle essentiel. Sans cela, les calculs complexes nécessaires à la blockchain, comme la vérification des transactions et la création de nouveaux blocs, ne seraient pas possibles. À ce sujet, il est intéressant de rappeler un système monétaire très ancien qui existait sur l'île de Yap en Micronésie et qui était basé sur des pierres de calcaire appelées Rai (Leonard, 1993). Ces pierres massives, pesant jusqu'à plusieurs tonnes, étaient sculptées en forme de disque avec un trou au milieu, ce qui facilitait ainsi leur transport. Le système fonctionnait sur une base de confiance et de mémoire collective, où chaque habitant connaissait l'historique de possession des pierres, même si elles ne bougeaient pas physiquement. N'importe qui était autorisé à rejoindre le réseau monétaire, pourvu que les règlements soient respectés.

Les transactions étaient effectuées en modifiant l'entente communautaire sur le propriétaire actuel du Rai concerné, sans avoir besoin de déplacer la pierre. Ainsi, l'authenticité, la rareté et la traçabilité des pierres étaient assurées par un consensus social. Évidemment, ce système demeurerait impossible à reproduire à plus grande échelle, car les pierres deviendraient rapidement remplies de texte et donc inutilisables.

Ce système présente une similarité intéressante avec la blockchain : un réseau indépendant d'acteurs (les nœuds) garde collectivement à jour un ensemble de renseignements (le registre) à l'aide d'un système (le consensus). En d'autres mots, les citoyens de l'île de Yap portaient déjà le concept de décentralisation dans le cas de leur système monétaire.

En informatique, le désir d'opérationnaliser la décentralisation date de la troisième révolution industrielle : Chaum (1983) a suggéré un protocole permettant à un réseau d'ordinateurs de s'échanger des informations sans devoir se faire confiance les uns les autres. Haber et Stornetta (1991) ont plus tard présenté un système capable d'horodater des documents et les rendre impossibles à modifier.

La dualité centralisation vs décentralisation dans les TI ne date donc pas d'hier, tel qu'exploré par Bloomfield et Coombs (Bloomfield et Coombs, 1992). Un postulat généralement accepté dans la littérature est le fait que l'information est une source de pouvoir et ainsi que ceux qui gèrent cette information (en l'occurrence la créer, la stocker, la contrôler, et l'utiliser) détiennent le pouvoir, car cette information mène à des connaissances nécessaires à la prise de décision. Cette forme de pouvoir est une évolution des formes de pouvoir antérieures : avant le développement de systèmes d'information, le pouvoir était détenu par ceux qui possédaient des terres et, plus tard, détenu par ceux possédant du capital (en d'autres mots, de l'argent).

Les défenseurs de la centralisation des TI argumentent qu'elle augmente l'efficacité organisationnelle et l'adaptabilité à des changements dans l'environnement. Inversement, les défenseurs de la décentralisation TI défendent une autonomie des parties impliquées et une résistance à la censure : en effet, aucune autorité centrale ne peut imposer quoi que ce soit sans l'accord des autres participants. La littérature a montré que la centralisation n'est pas inappropriée dans tous les cas, tout comme la décentralisation n'est pas la réponse à tout : il s'agit plutôt d'un spectre, un continuum et dont il incombe à l'organisation de définir la configuration qui répond le plus à ses besoins spécifiques.

Bloomfield et Coombs proposent ainsi un modèle de données décentralisé pour le régime de santé public du Royaume-Uni (le NHS), où chaque groupe d'acteurs (ex : médecin, infirmière, etc.) gouverne les données rattachées à sa spécialité et à ses responsabilités. Ce modèle de données transforme les dynamiques de pouvoir et augmente la transparence des processus, une promesse de la blockchain depuis sa création. Ainsi, la pertinence de la décentralisation était prouvée et discutée

dans le monde académique des décennies avant la création de la blockchain, une preuve que la technologie répond à un besoin réel.

1.1.1.2 2008 : Bitcoin

Un internaute se cachant sous le pseudonyme Nakamoto (2008) a publié le livre blanc « Bitcoin : un système monétaire électronique pair à pair » sur un forum d'informatique. Ce livre fait état de la confiance ébranlée de la population envers le système financier, étant donné la crise financière qui faisait rage à l'époque, et propose un système monétaire absent de tout propriétaire ou administrateur, dont le fonctionnement est coassuré par tous ses participants : Bitcoin. Nakamoto conclut avec quelques méthodes de preuve (calculs).

Moins de deux mois après la publication de son livre blanc, Bitcoin est officiellement lancé et devient la première blockchain (et cryptomonnaie) en existence dans le monde (Blockchain Com, 2022). Bitcoin n'a subi aucune interruption depuis son lancement. Un an après son lancement, en juillet 2010, des Bitcoins furent échangés contre des dollars américains pour la première fois, à 0,0008\$ USD l'unité. Fin juillet 2010, le prix était monté à 0,08\$. En juillet 2021, le prix d'un bitcoin dépassa 69 044\$.

Nakamoto a cessé de donner signe de vie en 2010 ; son identité demeure inconnue à ce jour. Cependant, Bitcoin continua de gagner en popularité, plusieurs attirés par l'idée de générer d'énormes profits sur un investissement passif.

1.1.1.3 2014 : Ethereum et blockchains alternatives

Bitcoin a donné lieu à une vague d'innovations, avec des milliers de projets de cryptomonnaies cherchant à être plus performants, sécuritaires, polyvalents et/ou économiques que leurs prédécesseurs (CoinGecko, 2022a). L'appréciation de la valeur attendue envers les cryptomonnaies a sans doute pesé dans la balance également.

À titre de preuve que les cryptomonnaies lancées après Bitcoin visaient à être plus innovantes : Bitcoin possède un langage de programmation (Bitcoin Script) qui n'est pas Turing-Complet : son pouvoir expressif est limité à une logique de base. Buterin (2014) a ainsi introduit Ethereum, une blockchain présentant de nombreux avantages face à Bitcoin :

- Une rapidité (vitesse de traitement des transactions) supérieure ;

- Un langage de programmation Turing-Complete offrant ainsi l'opportunité de développer et déployer des contrats intelligents ;
- La blockchain est plus évolutive que Bitcoin : il est plus facile d'y apporter des changements pour introduire de nouvelles fonctionnalités

Dès la mise en service de la blockchain Ethereum, un écosystème se mit à grandir : à ce jour, Ethereum est la blockchain publique la plus importante après Bitcoin en termes de capitalisation boursière. Il est possible de jouer à des jeux vidéo, de faire des paris, d'échanger des biens virtuels, et bien plus sur cette chaîne.

1.1.1.4 2015 : Hyperledger et Corda

La Linux Foundation (2015) a lancé une initiative collaborative, Hyperledger, aux côtés d'IBM, Intel et SAP afin de faciliter l'implémentation des blockchains en entreprise. C'est là qu'est né le concept de blockchain pour entreprise (EBC) et de registre distribué (DLT), car les solutions Hyperledger ne stockent pas les données dans des blocs.

1.1.1.5 2017 : NFTs

Autour de fin 2020, l'univers des cryptomonnaies s'est à nouveau élargi, alors que les jetons non fongibles, ou *Non-Fungible Token* (NFT) ont fait les manchettes. Les NFT sont des cryptoactifs pouvant posséder des traits distincts les uns les autres, contrairement aux Bitcoin qui sont tous pareils. S'ils ont d'abord pris la forme de collections d'art numérique à rareté aléatoire, certains artistes ont ensuite commencé à produire des pièces individuelles. L'artiste Beeple a vendu en mars 2021 un NFT pour 69M\$ américains (Christie's, 2021). La maison Christie's a orchestré l'enchère, qui détient actuellement le record du NFT le plus cher au monde. Le monde du jeu vidéo s'est également lancé dans les NFT, dans une initiative de décentralisation de l'industrie. Dans des jeux basés sur la blockchain, tout ce que possède un joueur, en l'occurrence ses personnages, son équipement, ses pouvoirs et ses trophées, est associé à son portefeuille de cryptomonnaies. Les joueurs peuvent ainsi s'échanger leurs NFT en l'échange d'autres NFT ou d'argent (cryptomonnaies). Cela a donné naissance au concept « Jouez pour gagner », ou *Play-to-Earn*. D'autres startups ont ensuite emboîté le pas en créant le mouvement « Bouger pour gagner », ou *Move-to-Earn*, qui récompense les utilisateurs d'une application lorsqu'ils marchent (Cointelegraph Consulting, 2022).

1.1.1.6 2018 : Finance décentralisée

Certaines entreprises du milieu financier ont commencé à démontrer un intérêt envers les cryptomonnaies et la Finance décentralisée (DeFi). Par exemple, la banque espagnole Santander a conclu un accord avec la startup argentine Agrotoken pour offrir à des agriculteurs des prêts garantis par des commodités « jetonisées » (cryptomonnaies dont le prix suit celui sur les marchés financiers traditionnels) tels que le soja, le blé et le maïs (Santander, 2022). Il sera également bientôt possible de contracter des prêts hypothécaires en utilisant des Bitcoins et d'autres cryptomonnaies comme collatéral (comme et mise de fonds) aux États-Unis (Fonda, 2022; Stein Smith, 2022).

1.1.1.7 2020 : CBDC

Les monnaies numériques des banques centrales (CBDC) représentent une évolution significative de la politique monétaire et de l'infrastructure financière, fondamentalement soutenue par la technologie blockchain (Atlantic Council, 2023). Les CBDC sont une forme numérique de monnaie fiduciaire, distincte des crypto-monnaies comme le Bitcoin ou l'Ethereum, car elles sont émises et réglementées par la banque centrale d'un pays. L'utilisation de la technologie blockchain dans la mise en œuvre des CBDC se prête à plusieurs avantages tels que l'amélioration de l'efficacité des transactions, la réduction des coûts, l'amélioration de l'inclusion financière, et l'augmentation de la transparence et de la traçabilité des transactions. La nature décentralisée de la blockchain offre également une résilience contre les défaillances du système et les cybermenaces. Alors que la numérisation de l'économie se poursuit, les CBDC soutenues par la blockchain peuvent potentiellement offrir un système monétaire plus sûr, plus efficace et plus inclusif. L'exploration et l'adoption des CBDC par les banques centrales du monde entier témoignent de l'acceptation croissante de la blockchain en tant que technologie fondamentale pour l'avenir de la finance.

1.1.1.8 2021 : Métavers

Les avancées récentes en technologies d'augmentation (réalité augmentée, virtuelle et mixte) ont popularisé le concept de métavers, un ensemble d'univers virtuels dans lesquels les utilisateurs peuvent socialiser, travailler, et apprendre (Zyda, 2022). En mars 2022 a eu lieu la semaine de la mode du métavers (Metaverse Fashion Week), une première mondiale lors de laquelle certains

designers ont organisé des défilés de mode virtuels dans le métavers de Decentraland, et vendu aux enchères les items de leur collection (McDowell, 2022a). Les items ont pu être portés par les avatars virtuels des acheteurs et livrés par la poste, une démonstration de ce que certains nomment la fusion du physique et digital en un monde « phygital ». Quant à elle, la maison d'enchères bicentenaire Sotheby's s'est ouvert une succursale virtuelle dans le métavers de Decentraland, identique à sa succursale physique à Londres (Haigney, 2021). D'ailleurs, un lopin de terre virtuel dans Decentraland s'est récemment vendu 900k\$ américains à un fonds d'investissement immobilier virtuel (Howcroft, 2021).

1.1.1.9 La blockchain en 2023

Le cas d'utilisation le plus vieux de la blockchain (les cryptomonnaies) demeure le plus répandu : plusieurs entreprises cotées en bourse détiennent désormais des Bitcoin et d'autres monnaies, les plus connues étant la firme de services-conseils technologiques MicroStrategy et le producteur automobile Tesla (CoinGecko, 2022b). Le PDG de MicroStrategy est d'ailleurs si convaincu du potentiel d'appréciation du prix de Bitcoin qu'il a contracté des prêts de plusieurs centaines millions de dollars américains en 2022 pour en acheter davantage en utilisant une portion de ses Bitcoin déjà détenus comme garantie (MicroStrategy, 2022). L'entreprise a également émis des obligations Bitcoin, une première mondiale (Pellejero, 2021). Cependant, l'ajout de cryptomonnaies au bilan financier n'est pas tout : d'autres entreprises de biens et services ont également commencé à accepter les paiements en cryptomonnaies, notamment Tesla (2021) et Gucci (McDowell, 2022b). Le dirigeant d'une PME québécoise de gestion de projets de construction a même confié qu'un client américain lui a récemment proposé de payer sa facture s'élevant à plusieurs millions de dollars à l'aide de cryptomonnaies (Martinez, 2022). Enfin, le Bitcoin commence à être adopté comme monnaie légale dans des pays comme le Salvador (Esposito et Renteria, 2021) et la République centrafricaine (Browne, 2022).

Cependant, les cryptomonnaies sont loin d'être le seul cas d'utilisation blockchain désormais considéré par les organisations. La blockchain et ce qui gravite autour sont également considérés par Clark (2022) comme une technologie financière (Fintech) pouvant transformer le secteur des services financiers tout autant que l'intelligence artificielle. Clark croit même que les NFT pourraient avoir certains cas d'application en finance.

Les dépenses mondiales sur des solutions de blockchain auraient atteint 6,6 milliards de dollars américains en 2021, alors qu'elles devraient grimper à 19 milliards en 2024 (IDC, 2021). L'engouement envers le potentiel que présentent les technologies basées sur la blockchain est tel que Gartner (2022) produit désormais des rapports « Hype Cycle » pour situer les différentes technologies décentralisées. Cette courbe vise à interpréter et situer la maturité, l'adoption et les promesses d'une technologie émergente. Au passage, on peut lire : « Nous prévoyons que d'ici 2023, 35 % des applications de blockchain d'entreprise s'intégreront à des applications et services décentralisés. Les bénéfices sont tout simplement trop importants pour être ignorés et sont bien supérieurs aux coûts. » (Traduit de Litan, 2022).

Les données stockées sur des blockchains respectent toutes les dimensions la qualité des données, car elles sont complètes, continues et accessibles, les rendant des candidates idéales pour la science des données (*Blockchain and data science*, 2019). Elliot (2018) soutient plutôt que la blockchain est une révolution en gestion des risques, étant donné qu'elles permettent de s'assurer que les données qu'elles contiennent proviennent de sources fiables et indépendantes.

Au niveau de la traçabilité, Tata Steel (2021) a inauguré un système basé de la blockchain. Dans l'industrie de la mode, c'est un consortium composé des marques LVMH, Richemont's Cartier et Prada SpA qui a été créé il y a moins d'un an pour s'attaquer à la contrefaçon (Pongratz, 2021).

La Figure 1.1 par Gartner illustre le positionnement des principales technologies blockchain en émergence selon leur degré de maturité.

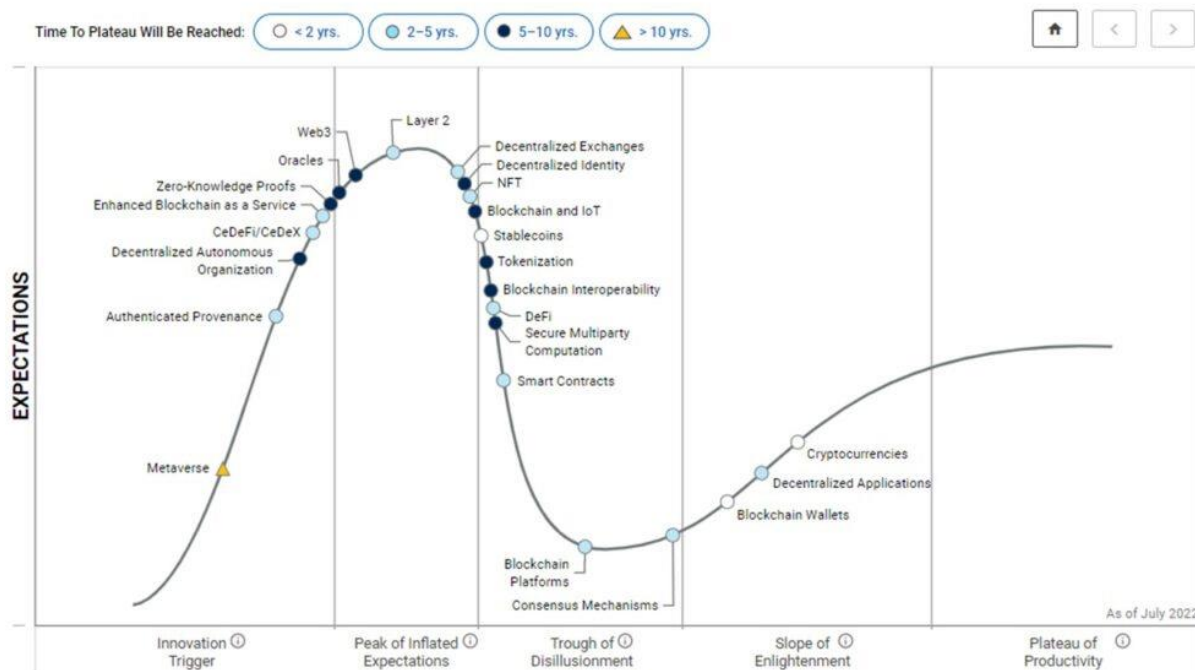


Figure 1.1 : Hype Cycle pour les technologies blockchain (Litan, 2022)

Dans le même rapport, Gartner soutient que trois innovations blockchain d'intérêt dans ce projet de recherche (soit les contrats intelligents, les plateformes de blockchain et les oracles) devraient entrer en phase d'adoption massive d'ici 2031, tout en ayant un impact transformationnel sur le monde des affaires ; voir la matrice de priorité en question à la Figure 1.1. Une innovation transformationnelle signifie qu'elle « ...permet de nouvelles façons de faire des affaires au sein des industries et entre elles, ce qui entraînera des changements majeurs dans la dynamique de l'industrie. » (Traduit de Gartner, 2018).

Quoique antérieure à la Figure 1.1, la Figure 1.2 illustre l'impact potentiel de diverses technologies blockchain ainsi que le temps estimé pour qu'elles réalisent leur plein potentiel en société.

Benefit	Years to Mainstream Adoption			
	Less Than 2 Years	2 - 5 Years	5 - 10 Years	More Than 10 Years
Transformational	Stablecoins	Consensus Mechanisms Cryptocurrencies Decentralized Identity DeFi Nonfungible Tokens (NFT) Smart Contracts	Blockchain and IoT Blockchain Interoperability Blockchain Platforms CeDeFi/CeDeX Decentralized Web Smart Contract Oracle SMPC	
High		Blockchain Wallets Decentralized Exchanges	Authenticated Provenance Decentralized Applications Layer 2 Solutions Tokenization	
Moderate			Blockchain PaaS Zero-Knowledge Proofs	
Low				

Figure 1.2 : Matrice de priorité des technologies blockchain (Avivah et Leow, 2021)

En somme, devant la panoplie de technologies émergentes (cryptomonnaies, registres distribués, NFT, métavers, Web3), il est facile de comprendre l'hésitation du monde des affaires à l'idée de les adopter devant les risques importants qui semblent se dresser devant eux. Dans tous les cas, l'incertitude réglementaire et l'immaturité, de la technologie, combinés à vocabulaire grandissant, en laisse plusieurs sur le banc des observateurs.

Tandis que cette section se concentrait sur l'évolution historique de la blockchain, la section 1.1.2 se concentre sur les aspects techniques et fonctionnels de la technologie, afin de mieux comprendre comment elle opère.

1.1.2 Composantes et fonctionnalités

La blockchain, aussi appelée « registre distribué », « registre décentralisé » et « base de données décentralisée ») est une structure de base de données (BD) offrant la même polyvalence que les BD relationnelles : d'une part, n'importe quel type de données peut y être stocké (numérique,

alphanumérique, textuel, heure & date, audiovisuel, etc.). D'autre part, une variété de contextes peuvent justifier l'utilisation d'une blockchain comme celui d'effectuer des transactions, de suivre la production de divers biens & services, des événements, de suivre la propriété de divers biens, etc.

Cependant, la blockchain se différencie des BD relationnelles par leur caractère « distribué » : dans toute blockchain, une multitude d'acteurs/entités appelés « nœuds » détiennent chacun leur propre copie de la BD. Cela leur permet d'y ajouter de l'information et de vérifier et valider celle ajoutée par les autres nœuds du réseau. Chaque information est horodatée lorsque soumise au bloc avec l'identité du nœud. Si la configuration du réseau l'en permet, des utilisateurs externes ne possédant leur propre nœud sur le réseau peuvent soumettre de l'information à un nœud, qui se chargera de la diffuser au reste du réseau. Ainsi, une blockchain permet de savoir qui a approuvé quelle information.

La Figure 1.3 illustre le concept de registre distribué tel que décrit ci-haut.

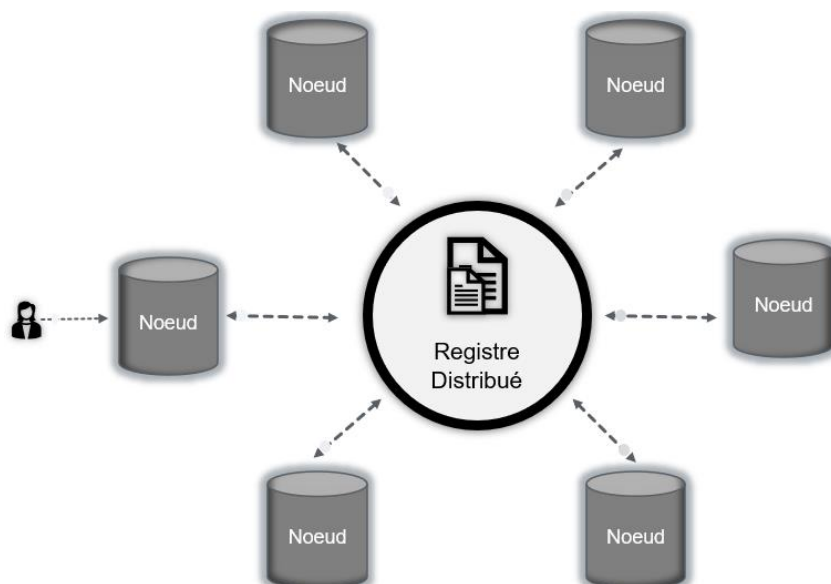


Figure 1.3 : Illustration du concept de registre distribué (adapté de (*Blockchain project management on demand*, 2021))

Contrairement aux tables utilisées dans les BD relationnelles, la blockchain stocke les données dans des blocs. Un bloc a une taille maximale, soit la quantité d'information (en bits) qu'il peut contenir. Lorsque le tout premier bloc d'une chaîne atteint sa taille limite, les nœuds trouvent son code de hachage cryptographique, soit une séquence hexadécimale unique résultant du reste du

contenu du bloc. Le bloc est ensuite scellé, son code de hachage y étant inscrit tout au bas, et le deuxième bloc est créé, avec le code de hachage du premier bloc en en-tête. Tel que démontré à la Figure 1.4, ce mécanisme se reproduit à perpétuité, formant ainsi des blocs de données enchaînés les uns aux autres à travers leurs codes de hachage respectifs.

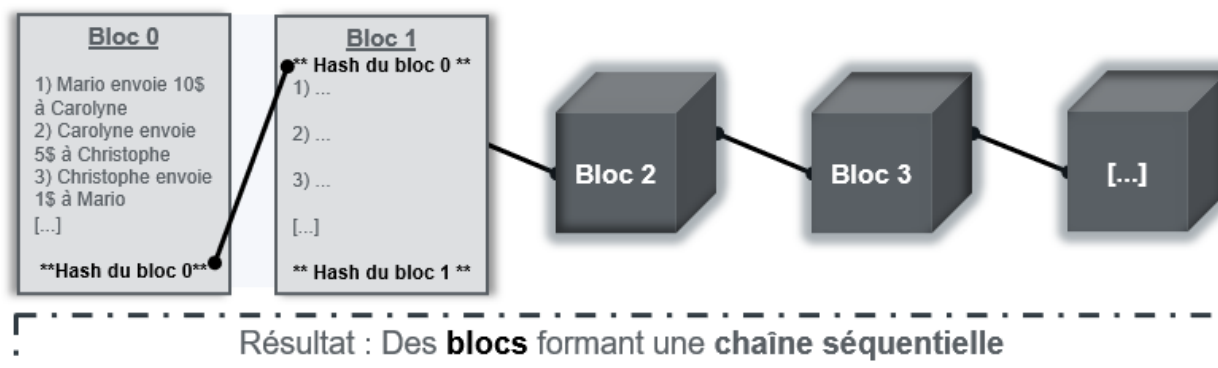


Figure 1.4 : Illustration du concept de blockchain (adapté de BTA (2021))

Il est possible pour un nœud mal intentionné de corrompre une chaîne, mais en pratique cela est largement considéré impossible : si un nœud voulait modifier le contenu d'un bloc déjà scellé, il devrait d'abord ajouter, modifier ou supprimer des données dans le bloc en question, calculer son nouveau code de hachage cryptographique ainsi que ceux de tous les blocs qui le lient au bloc actuel. De plus, il devrait convaincre plus de la moitié du réseau (les nœuds) qu'il possède la « vraie » version de la vérité. Tout cela devrait être accompli sans faute avant que le bloc en cours soit scellé.

Il existe une à autre différence fondamentale entre les BD relationnelles et la blockchain : la première permet quatre types d'opérations sur les données (créer, lire, modifier, supprimer), tandis que la deuxième n'en permet que deux (créer et lire). Dans le cas d'une blockchain, si une information change ou doit être modifiée, la nouvelle information doit être ajoutée dans le bloc en cours, tout en pointant à la valeur d'origine ainsi qu'au bloc dans lequel elle réside. Ainsi, une blockchain conserve à jamais l'historique complet de son contenu (en d'autres mots, son évolution). Cela est partiellement possible avec une BD relationnelle à travers des champs tels que « créé par », « date de création », « modifié par » et « date de modification » mais cette fonctionnalité est souvent réservée à une poignée de champs « critiques » pour des fins d'audit ou de vérification, mais rarement mis en application afin de profiter à sa performance. D'autre part, le suivi historique offert par une blockchain fait partie de sa conception de base. Ce n'est pas quelque

chose que les développeurs peuvent choisir d'activer ou de désactiver - il est toujours présent. Cela permet une traçabilité solide et transparente, un avantage clé de la technologie blockchain.

1.1.2.1 Blockchain publique et privée

Les entreprises s'intéressant à la blockchain comme technologie potentielle sont confrontées à trois préoccupations, que la Ethereum Enterprise Alliance (2022) appelle les « Trois P » :

- Confidentialité (*Privacy*) : Pour des raisons tant stratégiques que légales, les données d'entreprises doivent être régies par certaines règles. D'une part, des données opérationnelles ou de facturation pourraient représenter un enjeu stratégique si un compétiteur ne venait qu'à y accéder pour, par exemple, cibler les mêmes clients ou pour tenter de reproduire certains processus. D'autre part, un nombre croissant de cadres réglementaires de gestion des données vient restreindre les entreprises dans les données qu'elles peuvent capter et analyser. Ainsi, l'idée d'avoir des données résidant sur des blockchains et donc, visibles par n'importe quel acteur, et impossibles à supprimer/masquer, peut rendre plusieurs organisations réticentes à les implémenter.
- Permission : Quand une blockchain est utilisée de manière spécifique en entreprise (ex : pour la gestion de projet), seuls les acteurs directement impliqués dans le processus devraient être autorisés à ajouter des données. Par exemple, un auditeur ne devrait pas être en mesure de facturer des heures de travail au nom de quelqu'un d'autre. Le même principe pourrait s'appliquer à la lecture des données : par exemple, un vérificateur pourrait avoir accès à toutes les heures facturées, mais un employé régulier devrait idéalement voir que ses tables de temps personnelles. Dans les blockchains publiques comme Bitcoin et Ethereum, n'importe qui peut créer des transactions et voir celles faites par les autres.
- Performance : Une blockchain d'entreprise doit être en mesure de supporter une demande computationnelle élevée. Notamment, le réseau doit être en mesure de pouvoir traiter plusieurs traitements en même (écriture et lecture de données) sans présenter de risques de bogue.

Au niveau de la sécurité et des accès, une blockchain peut être configurée pour tous types de besoins : il est possible de décider qui peut y ajouter de l'information ; publique si n'importe qui est autorisé, privée si cela est restreint à certains utilisateurs. Il est également possible de décider

qui peut consulter l'information résidant sur une blockchain ; ouverte si n'importe qui est autorisé, fermée si l'accès est restreint. Cela donne donc lieu à une « matrice de décision » avec quatre combinaisons distinctes (voir Tableau 1.1). Chaque combinaison mène à des cas d'utilisations potentiels différents.

Tableau 1.1 : Matrice de décision pour blockchain et exemples de cas d'utilisation (Tapscott et Tapscott, 2016)

		Qui peut <i>lire</i> des enregistrements ?	
		Aucune restriction (Ouvert)	Restreint (Fermé)
Qui peut <i>créer</i> des enregistrements ?	Aucune restriction (Public)	Public & Ouvert • Cryptomonnaies • Jeux vidéo • Paris/Loterie	Public & Fermé • Élections • Plaintes
	Restreint (Privé)	Privé & Ouvert • Dépenses publiques • Chaîne logistique • États financiers	Privé & Fermé • Construction • Armée • Application de la loi • Déclarations de revenus

Notamment, Bitcoin est un réseau public ouvert : n'importe qui peut envoyer/recevoir des bitcoins et surveiller l'activité des usagers dont ils connaissent le pseudonyme, ou « clé publique ». À l'inverse, Wal-Mart utilise une chaîne privée fermée où seuls ses fournisseurs peuvent ajouter de l'information sur la production et le transport de leurs produits à la chaîne, et où seuls certains employés de Wal-Mart avec les accès nécessaires peuvent en consulter le contenu (Walmart, 2018).

Une majorité de chercheurs s'entendent d'ailleurs pour dire que les blockchains privées fermées sont la combinaison la plus fréquente pour les entreprises notamment parce que la sécurité des accès et la visibilité des données sont des enjeux prédominants. Étant donné cela, et le fait que les blockchains privées sont conçues différemment de celles citées ci-haut, leurs composantes principales sont détaillées plus bas.

Les fonctionnalités d'une blockchain privée varient grandement d'un cas d'utilisation à l'autre, et ce afin de l'adapter au contexte inter organisationnel. Dans une blockchain privée, diverses configurations existent pour mieux coller aux cas d'utilisation de la solution bâtie.

- Premièrement, différents canaux existent : chaque canal possède son propre registre accessible par des utilisateurs spécifiques avec diverses autorisations. Par exemple : un auditeur pourrait avoir des droits de modification dans un canal, mais que des droits de lecture dans un autre.

- Les utilisateurs ne sont pas anonymes. La gestion de l'identité assurée par un MSP (Membership Service Provider). À la réception d'une demande d'écriture ou de lecture de données, le MSP vise à répondre à trois questions (dans l'ordre) :
 - L'utilisateur mentionné existe-t-il parmi la liste d'identifiants autorisés ?
 - L'utilisateur à l'origine de la requête est-il réellement qui il prétend être ?
 - L'utilisateur à l'origine de la requête possède-t-il les autorisations dont il fait demande ?
- Le consensus de groupe est remplacé par le consensus de participant. Chaque canal possède sa propre politique d'approbation des données, contrairement aux blockchains publiques.

De plus, afin d'améliorer l'efficacité du réseau, chaque nœud assume trois rôles/responsabilités distinctes :

- Nœud d'engagement : Conserve une copie redondante du (ou des) registre(s).
- Nœud d'approbation : Exécute tout contrat intelligent appelé
 - S'assure que la majorité des nœuds ont les mêmes réponses.
- Nœud de commande : Maintient toutes les copies du registre(s) en synchronisation.
 - Collectivement, les nœuds de commande forment le service de commande, qui agit à titre d'agent de circulation.
 - Il indique à tous les nœuds d'engagement quand mettre à jour leur copie du grand livre, et quelles données y mettre.

Les types de nœuds ont été pensés de cette manière afin d'augmenter le débit de traitement du réseau, en d'autres mots, pour maximiser la performance du système.

Sur Ethereum, chaque nœud unique assume les trois rôles (contrairement à Hyperledger).

Une tendance en EBC apparue autour de 2020 concerne des solutions « hybrides » : Baseline Protocol suggère un entre-deux entre la centralisation et la décentralisation des données où les données privées/confidentielles sont stockées sur les serveurs personnels des parties prenantes, et où les accords (preuves de consensus) sont publiés puis stockés sur des blockchains publiques (Spasov, 2020). Baseline Protocol fournit une interface à ses clients, et aucune connaissance en

programmation n'est requise pour configurer les flux de travail et les clauses des contrats intelligents. Spasov considère que cela peut faciliter l'adoption des technologies décentralisées en réduisant les coûts et risques associés aux projets d'implantation de blockchain. Même si la blockchain a un historique bien connu et des caractéristiques comprises par tous, différents acteurs et groupes de chercheurs ont leur propre mentalité quant à la place de la technologie en société et/ou comment elle s'inscrit dans la numérisation de l'économie. La section 1.1.3 vise à présenter quelques-unes de ces courants et mentalités.

1.1.3 Perspectives sur la blockchain et la décentralisation

1.1.3.1 Les Trois Webs (par Gavin Wood)

En 2014, Gavin Wood, cofondateur d'Ethereum, a inventé le terme Web3, ou Web 3.0. Il suggère que la décentralisation que rend possible la blockchain a plongé la société dans une troisième ère de l'internet, dans laquelle les usagers peuvent lire, écrire, et posséder du contenu (Wood, 2014). Il retrace ainsi l'évolution de la « toile ». La première ère du Web (Web 1.0) commença avec son invention par Tim Berners-Lee en 1990 (CERN, 2022), et s'étala jusqu'à 2004. À ce moment, l'internet servait principalement de babillard pour publier des articles et images; c'était également une opportunité pour les entreprises de présenter qui elles étaient et ce qu'elles vendaient, mais les plateformes transactionnelles n'étaient pas tout à fait à point (Investopedia, 2022). De même, l'infrastructure n'était pas suffisamment mature pour permettre aux usagers d'échanger à leur tour. La deuxième ère du Web (Web 2.0) a pris place de 2004 à environ 2012, période marquée par l'adoption massive de l'internet et de l'informatique à domicile. Durant cette ère, le commerce électronique, les réseaux sociaux et les jeux vidéo en ligne ont connu un essor significatif. C'est durant cette période que les utilisateurs du Web ont exploré la possibilité d'acquérir des biens virtuels sur la toile. Dans le contexte des jeux vidéo, par exemple, ces biens pouvaient se traduire par de l'équipement de jeu ou des habiletés spéciales. Cependant, ces propriétés demeurent centralisées : le fait qu'un joueur possède un item de jeu n'est vérifiable que sur les serveurs de la compagnie qui opère le jeu vidéo ; ainsi, le joueur peut perdre à tout moment ses actifs. Par exemple, si le jeu vidéo cesse d'être disponible ou si le joueur se fait bannir des serveurs de la compagnie pour cause de comportement inapproprié. Dans l'ère du Web3, le concept de propriété est décentralisé : à titre de rappel, la blockchain et leurs utilisateurs sont résistants à la censure ; aucun utilisateur ou entité n'a un contrôle unique sur les cryptomonnaies, NFT ou autres actifs

détenus par un autre utilisateur. Toutes les transactions d'une blockchain (en d'autres mots, « qui possède quoi ») sont finales et pratiquement impossibles à modifier, et ce grâce à la cryptographie sur laquelle repose la blockchain.

En effet, en reconnaissant ce changement majeur vers le monde virtuel, il est essentiel de noter l'évolution significative des services en ligne dans divers secteurs, et pas seulement dans l'industrie du jeu. Cette révolution va au-delà du simple commerce électronique et englobe tous les aspects de la vie quotidienne. Aujourd'hui, de nombreux services essentiels sont numérisés et nécessitent un accès en ligne. Il s'agit notamment des transactions bancaires, de la consommation de médias, de l'accès aux divertissements et de l'utilisation des ressources culturelles. Les institutions, tant privées que publiques, ont numérisé leurs services afin d'atteindre davantage d'utilisateurs, d'offrir des commodités et de s'adapter à l'évolution du comportement des consommateurs. Par exemple, les banques traditionnelles ont fait place à des plateformes bancaires en ligne qui fonctionnent 24 heures sur 24 et sept jours sur sept, rendant les transactions et les services financiers accessibles par simple pression d'un bouton. De même, les services publics ont adopté l'enregistrement et les demandes en ligne, ce qui permet aux citoyens d'accéder plus facilement à leurs ressources et à leurs services. Cette évolution a conduit à une dématérialisation massive des produits et des services, délaissant la physique au profit d'un monde virtuel plus efficace et plus accessible. Cette transformation a sans doute eu autant d'influence que le passage du Web 1.0 au Web 2.0, et maintenant au Web 3.0, révolutionnant non seulement notre conception de la propriété, mais aussi la manière dont nous interagissons avec le monde qui nous entoure. Le Tableau 1.2 résume les trois grandes phases du Web.

Tableau 1.2 : Comparaison des trois grandes phases d'évolution du Web (Elevate X, 2022)

Phase	Description
Web 1.0 1990 – 2004	• Les internautes peuvent principalement consulter du contenu • Interactions limitées et faible adoption
Web 2.0 2004 – 2015	• Les internautes peuvent consulter et partager du contenu • Montée des réseaux sociaux et du commerce électronique (Facebook, Instagram, Twitter, Shopify, etc.) • Montée en popularité des jeux vidéo en ligne
Web 3.0 2015 –	• Les internautes peuvent consulter, partager et posséder du contenu • Intégration de l'intelligence artificielle dans les sites et services en ligne • Résistance à la censure grâce à la décentralisation du pouvoir

1.1.3.2 Szabo et la théorie des Protocoles Dieux

Avant de conclure cette sous-section, il est pertinent de discuter de l'infrastructure formant les piliers de la décentralisation : la blockchain, les contrats intelligents et l'oracle, formant en somme une analogie du corps humain et ce qui lui permet de fonctionner, comme l'illustre la Figure 1.5 : Blockchain, contrat intelligent et oracle vus comme un corps (adapté de SmartContent Publications (2021)). Ces trois éléments avaient été prédits par Szabo (1997) plus de dix ans avant la publication de Nakamoto (2008).

Comme déjà expliqué, la blockchain est la plateforme qui permet de stocker des données en créant et scellant des blocs, et d'en lire le contenu à tout moment. Elle fonctionne donc comme le corps humain.

Un contrat intelligent² est un programme informatique, un script, qui réside sur une blockchain. Comme tout code, il prend en entrée une ou plusieurs informations, vérifie si l'ensemble de conditions définies par son créateur est satisfait, et produit un ou plusieurs extrants tels un envoi de fonds, le déclenchement d'un autre contrat intelligent ou l'affichage d'un message d'erreur. Les contrats intelligents constituent donc une bonne analogie du cerveau humain, car ils font des vérifications en se basant sur des conditions, et prennent des décisions en conséquence. Bien qu'il soit possible de « désactiver » un contrat intelligent, le contrat demeure à jamais sur la blockchain (comme tout autre actif), ainsi que son code source. Plusieurs contrats intelligents interreliés forment une « application décentralisée ». Un contrat intelligent peut consommer et créer de l'information résidant sur sa blockchain, ou à l'extérieur de celle-ci : en effet, il peut soit faire appel à une interface de programme d'application (API) ou d'un oracle.

Un oracle est un fournisseur de services tiers qui facilite l'interaction entre un contrat intelligent et le monde extérieur, tant en termes d'acquisition que de diffusion d'informations. Les entités qui souhaitent participer à un réseau d'oracles dans le but de partager leurs données avec des contrats intelligents créent et exploitent leur propre nœud. En échange de cette participation, elles reçoivent une compensation basée sur l'exactitude, l'actualité et la pertinence des données qu'elles fournissent. Cela garantit que les réseaux d'oracles conservent des données de haute qualité qui améliorent la fonction et la fiabilité des contrats intelligents. Les oracles sont généralement considérés comme plus fiables qu'une API, car les informations qu'ils fournissent sont vérifiables et décentralisées, ce qui signifie qu'aucune autorité ne peut modifier les informations sans que cela soit détectable par les autres participants. Ainsi, l'oracle représente les sens du corps humain : il permet au cerveau (les contrats intelligents) de savoir ce qui se passe dans le monde extérieur afin que le corps (la blockchain) puisse réagir en conséquence (par exemple, approuver ou refuser une transaction).

² Le terme "contrat intelligent" fait référence à un code auto-exécutable sur un réseau blockchain, plutôt qu'à un accord traditionnel à teneur légale. Sa fonction est de vérifier et d'appliquer automatiquement l'exécution d'un contrat en fonction de conditions prédéfinies. Bien que le terme suggère une relation avec la prise de décision humaine, le processus s'apparente davantage à une transaction automatisée.

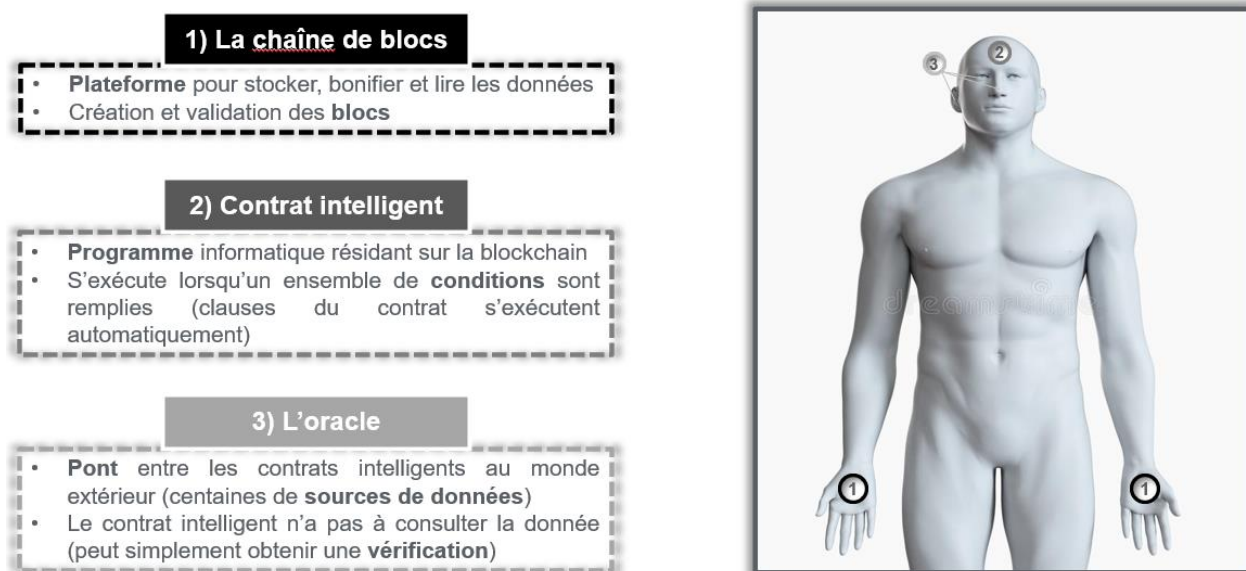


Figure 1.5 : Blockchain, contrat intelligent et oracle vus comme un corps (adapté de SmartContent Publications (2021))

1.1.4 La blockchain en éducation et en recherche

Il existe un engouement considérable envers la blockchain dans le milieu universitaire, tant au Canada qu'ailleurs. Au Québec, l'Université Laval opère la Chaire de recherche sur les contrats intelligents et la Chaîne de Blocs (Université Laval, 2022a). Cependant, étant financés par la Chambre des notaires du Québec, ses travaux visent particulièrement les aspects légaux des blockchains ainsi que l'utilisation de blockchain dans un contexte notarial. Deux chercheurs québécois avec un intérêt prononcé pour la blockchain sont Zhang (École des Technologies Supérieures, 2022) du côté technique et Mellouli (Université Laval, 2022b) du côté technique. L'Université de Nicosie à Chypre offre un programme de maîtrise à temps plein entièrement dédié aux blockchains depuis 2013 (University of Nicosia in Cyprus, 2022).

1.1.5 Utilisation des blockchains en entreprise

Un sondage réalisé par Blockdata (2021) révèle que parmi les 100 plus grandes compagnies publiques au monde, deux d'entre elles affichaient publiquement son intérêt envers la blockchain en 2014. À la fin de 2021, ce chiffre passait à 81. L'engouement pour la blockchain dans le monde des affaires est donc aujourd'hui bien réel, à un point tel qu'on parle désormais du concept d'Enterprise Blockchain (EBC). Selon Karamchandani et al. (2021), le terme désigne l'application

des blockchains au-delà des cryptomonnaies. Le concept est réputé prendre de l'ampleur étant donné une nouvelle ère de dépenses en technologies de l'information (TI).

Dans la même mouvance, la Blockchain Training Alliance affirme qu'entre 1980 et 2015, les TI visaient à améliorer l'efficacité, la communication, et la collaboration à l'intérieur des organisations : plusieurs projets étaient démarrés pour numériser les opérations et simplifier les processus, notamment à l'aide des ERP. L'arrivée d'Internet a ensuite permis de numériser davantage les communications, d'abord avec le courriel puis plus tard avec les outils de communication interne comme Slack et Microsoft Teams (*Blockchain project management on demand*, 2021). Cependant, à mesure que la mondialisation de l'économie se poursuivait, des rendements décroissants se mirent à être observés : il fallait changer de perspective pour tenter d'accroître l'efficacité, la communication, et la collaboration entre les organisations (en d'autres mots, au sein d'écosystèmes). Cette nouvelle réalité fut rendue possible par l'introduction de standards de partages de données, la montée en popularité des API, l'infonuagique, et plus récemment, la blockchain d'entreprise (EBC).

Les entreprises se servant des blockchains au sein de leur réseau d'affaires opèrent dans une multitude d'industries et les utilisent pour une variété de fonctions : suivi des transformations, livraisons de matière première, automatisation de paiements, prévention de la contrefaçon, etc.

Fait intéressant à noter : Moir (2021) a affirmé lors d'un webinaire que la blockchain privée n'avait aucune utilité quelconque dans le monde des affaires, et qu'elles étaient à éviter. Inversement, Bensadok (2021), qui travaille à temps plein en implantation de blockchain d'entreprise pour la même firme que Moir, dit plutôt que les blockchain [privées] sont désormais la norme dans l'industrie minière au Québec, afin de faire le suivi des émissions de polluants et également pour éviter le détournement illégal de matériel. Même sans savoir à quoi est due cette divergence d'opinions, il peut être estimé qu'elle existe ailleurs, dans d'autres industries que celle des services-conseils.

La Blockchain Training Alliance (BTA) est une organisation offrant des services de formation continue aux professionnels. Sa méthodologie de projet blockchain (*Blockchain project management on demand*, 2021) suggère qu'un cas d'utilisation blockchain doit posséder les quatre caractéristiques suivantes :

- On s'intéresse à faire le suivi d'un actif (matériel, humain, financier ou autre)

- On s'intéresse à connaître l'évolution (cycle de vie) de cet actif
- L'actif est gouverné par des règles et processus bien définis
- Plusieurs entités/acteurs sont impliqués dans le cycle de vie de l'actif

Pour établir des cas d'utilisation blockchain pertinents, il est entre autres recommandé de consulter la documentation interne d'une organisation pour mieux comprendre sa structure, stratégie, fonctionnement, etc. (*Blockchain project management on demand*, 2021). Il ne s'agit cependant que d'une partie des efforts requis ; en effet, les entrevues avec des parties prenantes sont considérées essentielles non seulement pour approfondir la compréhension de l'organisation et le contexte dans lequel elle évolue, mais également comment la blockchain pourrait venir mieux supporter un processus au sein de celle-ci.

Plusieurs auteurs se sont penchés sur l'applicabilité de la blockchain dans l'industrie de la construction. De manière générale, Qian et Papadonikolaki (2021) suggèrent que la blockchain pourraient renforcer les relations d'affaires des acteurs en construction grâce à une meilleure confiance envers les données partagées par l'un l'autre. Mis à part ces auteurs, les résultats sont variés : Le cas d'utilisation le plus prometteur serait d'utilisation de la blockchain pour améliorer le Business Information Modeling (BIM), une méthode de gestion de projets largement utilisée dans l'industrie (Scott et al., 2021; Ye et al., 2022). La plupart des études concernées proposent la blockchain comme assise au BIM (*BIM, blockchain et les contrats intelligents*, 2018; Hargaden et al., 2019; Kang, 2022; Liu et al., 2021; Turk et Klinc, 2017), tandis que Sonmez et al. (2022) conseillent plutôt d'intégrer des contrats intelligents aux plateformes BIM afin d'automatiser les paiements. La gestion de projets et l'amélioration des processus reliés à la chaîne logistique en construction consistent également en une catégorie de cas d'utilisation notables (Das et al., 2020; Hargaden et al., 2019; Lee et al., 2021; Lu et al., 2021; Mohammed et al., 2021; Qian et Papadonikolaki, 2021; Udokwu et al., 2021; Yang et al., 2022). Une incohérence notable est la suivante : Pour certains, la blockchain serait prioritaires pour la transformation des processus et procédures de paiement (Scott et al., 2021), tandis que d'autres mentionnent qu'il s'agirait du cas d'utilisation le moins souvent associé à cette technologie (Elbashbishy et al., 2022).

1.2 Problématique

1.2.1 Partenaire industriel

Le présent projet de recherche visait d'abord à explorer les meilleurs cas d'utilisation de la blockchain dans l'industrie de la construction au Québec. Une initiative de collaboration avec un partenaire industriel a été menée pendant environ six mois, afin de collecter des données sous la forme d'entrevues avec diverses ressources internes. Le projet portait également l'objectif d'initier le partenaire industriel et ses dirigeants à la technologie. Cependant, l'initiative a généré des résultats insuffisants. Une synthèse de la collection de données menée lors de l'initiative est disponible à l'ANNEXE B .

Ainsi, ce sont les résultats insuffisants de cette initiative qui ont mené à la présente question de recherche.

1.2.2 Énoncé de la problématique

Face aux défis que pose encore l'adoption de la blockchain, et au vu des connaissances limitées proposées par la littérature, aucun consensus n'existe encore e quant aux pratiques d'excellence permettant à des organisations de réussir leur pré-adoption de la blockchain.

Ce projet de recherche vise donc à répondre à cette problématique. Il s'intéresse globalement à l'adoption de la blockchain dans les organisations mais avec un intérêt spécifique sur la phase dite de pré-adoption. La phase de "pré-adoption"³ fait référence aux étapes préliminaires qu'une organisation prend avant de s'engager pleinement dans la mise en œuvre de la technologie blockchain. Il s'agit notamment d'explorer les cas d'utilisation potentiels, d'évaluer la compatibilité avec les systèmes existants et de déterminer si l'organisation est prête à adopter cette technologie transformatrice.

³ Sur le plan technique (TI), les anglophones utilisent généralement un trait d'union. Il en va de même pour la thèse de (Arena, 2009), bien qu'elle provienne de France. L'appellation avec trait d'union sera ainsi utilisée tout au long de ce rapport même si le terme est écrit sans trait d'union au Québec (Office québécois de la langue française, 2023).

Malgré l'importance de cette phase, il ne semble pas y avoir de lignes directrices consensuelles quant aux pratiques d'excellence pour la pré-adoption de la blockchain en contexte organisationnel. Cela est d'autant plus important qu'un processus de pré-adoption réussi peut jeter les bases d'une mise en œuvre efficace et d'une adoption complète par la suite. Par conséquent, bien que la recherche existante ait indéniablement fait progresser notre compréhension de la blockchain, une exploration ciblée des pratiques de pré-adoption reste un domaine sous-exploré.

De plus, au-delà des connaissances sur le sujet de la pré-adoption en matière de blockchain, les organisations doivent vouloir bien exécuter cette phase ; en d'autres mots, même si une organisation est au courant de la pré-adoption et de son importance dans le processus d'implémentation d'une nouvelle technologie, elle pourrait décider de l'écourter et même de l'écarter complètement, pour diverses raisons.

1.2.3 Objectif principal de la recherche

Devant un état des connaissances autant fragmenté dans le domaine, il est facile de comprendre la confusion vécue par les organisations s'intéressant à la technologie. Cette confusion pourrait également expliquer la difficulté des organisations à s'approprier la blockchain avec facilité et succès.

L'objectif principal de ce mémoire est de déterminer les pratiques organisationnelles d'excellence pour réussir une pré-adoption de la technologie blockchain. Une meilleure compréhension de ce qui constitue une pré-adoption réussie de la blockchain permettra aux organisations de mieux se préparer à accaparer la technologie et en dégager des bénéfices tangibles. De même, ce projet de recherche vise à démystifier le processus de pré-adoption de la blockchain, tant dans sa structure que dans sa pertinence.

1.3 Démarche du projet et organisation du document

Ce mémoire se présente en six chapitres. Le chapitre 2 présente une revue de littérature sur la blockchain et l'état de l'art quant aux pratiques d'excellence pour une pré-adoption réussie de la blockchain. Le chapitre 3 présente la Phase 2 du projet, soit l'étude Delphi menée avec des experts en blockchain. Le chapitre 4 présente et analyse les données obtenues dans le cadre de l'étude Delphi. Enfin, le rapport conclut avec le chapitre 5 et les recommandations finales ainsi qu'une

discussion sur l'ensemble du projet de recherche. Voir la Figure 1.6 pour une représentation visuelle de l'organisation du document.

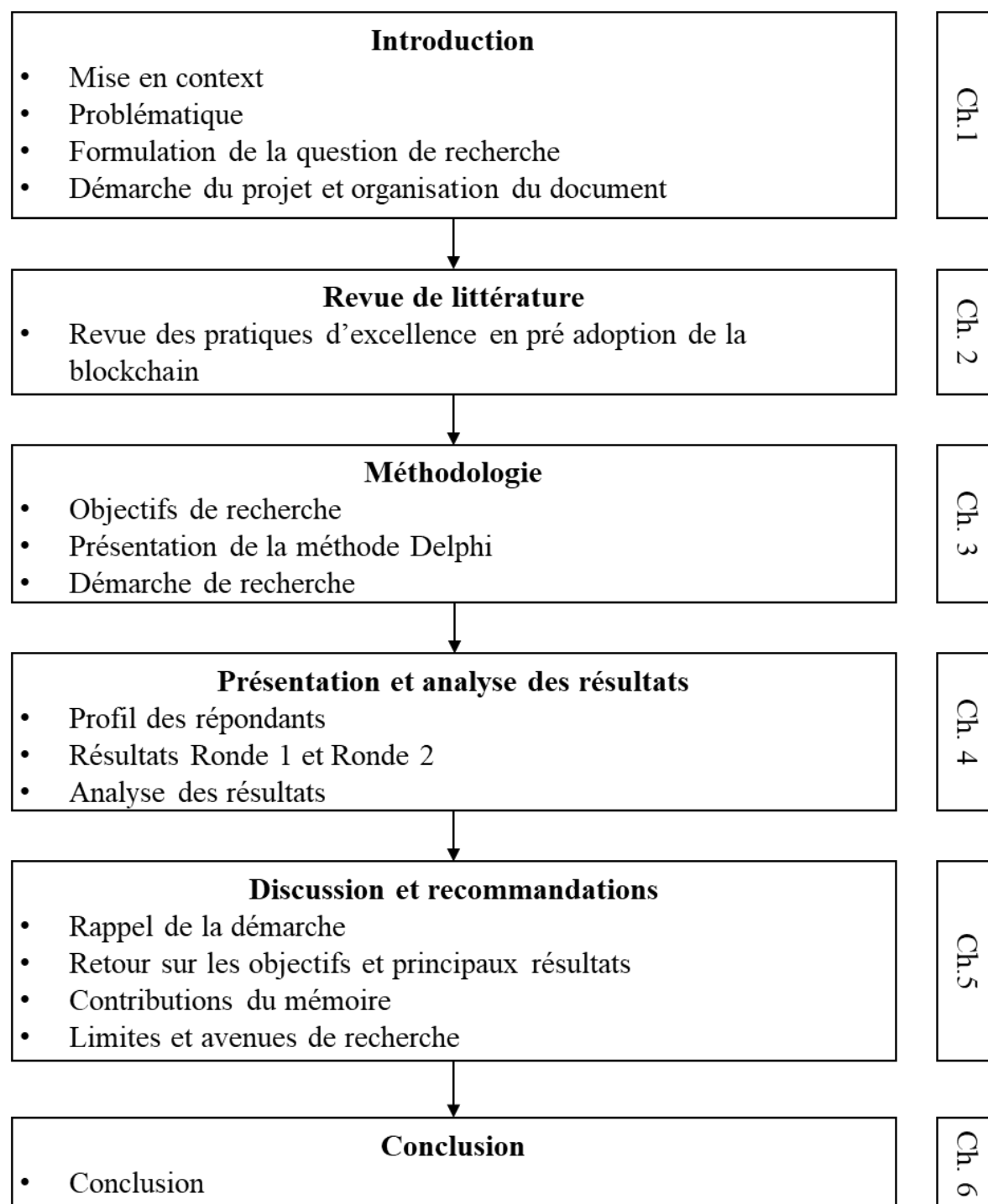


Figure 1.6 : Organisation du document (source : Auteur)

CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE

2.1 Introduction

Ce chapitre vise à brosser un portrait de l'état de l'art rattaché aux divers concepts utilisés dans ce projet de recherche. Il est composé de deux sections.

D'abord, les fondements du concept de « blockchain » seront introduits en commençant par son historique et ses composantes, et en terminant par son potentiel de création de valeur dans un contexte organisationnel. Un survol des connaissances relatives à l'analyse d'affaires est ensuite présenté à partir de quelques thèmes clés : la place grandissante des TI dans les organisations, l'identification de besoins TI, et l'innovation technologique. Enfin, un aperçu des cadres d'analyses et méthodologies couvrant la pré-adoption de la blockchain sera présenté. Cette dernière sous-section est divisée en trois parties : Étapes, Critères, et Conditions).

2.2 Pré-adoption

La pré-adoption technologique désigne le processus d'identification, d'étude et de préparation de l'intégration de nouvelles technologies dans l'infrastructure opérationnelle d'une organisation avant qu'elles ne deviennent courantes ou largement adoptées par le marché au sens large. Ce processus peut donner aux organisations un avantage stratégique en leur permettant d'être parmi les premières à bénéficier des nouvelles technologies innovantes (Cohen et Levinthal, 1990).

La majorité des études sur la blockchain s'intéressent à la phase d'implémentation. Cependant, avant d'entamer des efforts de développement et de déploiement avec une nouvelle technologie, il faut s'assurer d'approcher cette dernière avec un œil critique sans sauter d'étapes. En d'autres mots : Avant d'adopter, il faut pré-adopter. (Ostern et al., 2022) définissent la pré-adoption comme le « processus visant à faire connaître une technologie, évaluer son potentiel disruptif, conduire une courte exploration de celle-ci, et concevoir des prototype ». Après tout, les technologies de l'information sont conçues pour être des moteurs de productivité organisationnelle, pas l'inverse : le pire pour une organisation, c'est se ramasser avec une « solution à la recherche d'un problème » ; identifier des cas d'utilisations viables et faisables de la blockchain est un processus itératif qui nécessite de la patience et de la rigueur.

La pré-adoption nécessite une compréhension globale de la nouvelle technologie, notamment de ses capacités, de ses limites et de ses applications potentielles. Par exemple, une organisation qui souhaite pré-adopter la technologie blockchain devrait comprendre le fonctionnement de la blockchain, ses avantages et inconvénients potentiels et la manière dont elle pourrait être utilisée dans son contexte spécifique.

Le processus de pré-adoption implique souvent une évaluation minutieuse de l'infrastructure technologique et des processus opérationnels existants de l'organisation afin de déterminer où et comment la nouvelle technologie pourrait être intégrée (Rogers, 2003). Il peut s'agir d'évaluer les systèmes de gestion des données, les systèmes de traitement des transactions et les processus de gestion de la chaîne d'approvisionnement de l'organisation dans le cas de la pré-adoption de la technologie blockchain.

La pré-adoption implique également d'évaluer les risques associés à la nouvelle technologie, tels que les vulnérabilités en matière de sécurité, les défis réglementaires et la résistance potentielle des employés ou des clients (Tornatzky et Fleischer, 1990). Il peut s'agir de procéder à une évaluation des risques, d'obtenir des avis juridiques et réglementaires et d'organiser des groupes de discussion ou des enquêtes pour évaluer les résistances potentielles.

Enfin, la pré-adoption implique souvent l'élaboration d'un plan détaillé pour la mise en œuvre de la nouvelle technologie, y compris la formation des employés, la mise à niveau de l'infrastructure et la transition des systèmes existants vers la nouvelle technologie (Kotter, 2012). Ce plan doit être suffisamment souple pour s'adapter à des défis inattendus ou à des changements dans la technologie elle-même.

Bien que les spécificités de la pré-adoption dépendent de la technologie en question et du contexte spécifique de l'organisation, ces étapes générales peuvent constituer une feuille de route pour les organisations qui cherchent à pré-adopter de nouvelles technologies.

La section 2.3, plus spécifique que 2.2, s'intéresse à la littérature portant sur la pré-adoption de la blockchain à l'échelle organisationnelle.

2.3 Méthodologie de recherche bibliographique

2.3.1 Méthodologie

Le Tableau 2.1 résume les mots-clés utilisés dans le cadre de la revue de littérature.

Tableau 2.1 : Mots-clés des concepts : Blockchain et pré-adoption (source : Auteur)

Blockchain	Pré-adoption
Blockchain*	Framework
Block chain*	Methodology
Decentralized ledger*	Suitability
Digital ledger*	Applicability
Distributed ledger*	Evaluation
Intelligent contract*	Selection
Public ledger*	Identification
Public transaction ledger*	Prioritization
Shared ledger*	Use case*
Smart contract*	NOT implementation
Distributed ledger technology	
DLT	

La requête de recherche était ainsi telle que ci-bas.

((Blockchain OR "block chain" OR "decentralized ledger" OR "digital ledger" OR "distributed ledger" OR "intelligent contract" OR "public ledger" OR "public transaction ledger" OR "shared ledger" OR "smart contract" OR "Distributed Ledger Technology" OR "DLT") wn TI AND ("framework" OR "methodology" OR "suitability" OR "applicability" OR "evaluation" OR "selection" OR "identification" OR "prioritization" OR "use case*") wn TI AND (2010-* WN YR))*

Comme plusieurs résultats s'intéressaient à la phase d'implémentation, un terme a été ajouté pour exclure les résultats dont le titre contient le terme « **implementation** ».

((Blockchain OR "block chain" OR "decentralized ledger" OR "digital ledger" OR "distributed ledger" OR "intelligent contract" OR "public ledger" OR "public transaction ledger" OR "shared ledger" OR "smart contract" OR "Distributed Ledger Technology" OR "DLT") wn TI AND ("framework" OR "methodology" OR "suitability" OR "applicability" OR "evaluation" OR "selection" OR "identification" OR "prioritization" OR "use case*") wn TI NOT ("**implementation**") wn TI AND (2010-* WN YR))*

Un total de 2305 articles furent recensés grâce à la première équation de recherche, puis 1941 après la deuxième (exclusion du terme « implementation »). La lecture des titres et résumés permit de réduire ce nombre à 147 articles. 141 étaient disponibles sans requête d'accès. Les divers articles suggérés à l'équipe de recherche firent grimper le nombre à 152. Enfin, ce sont 32 articles qui furent consultés et utilisés dans le cadre de la revue de littérature.

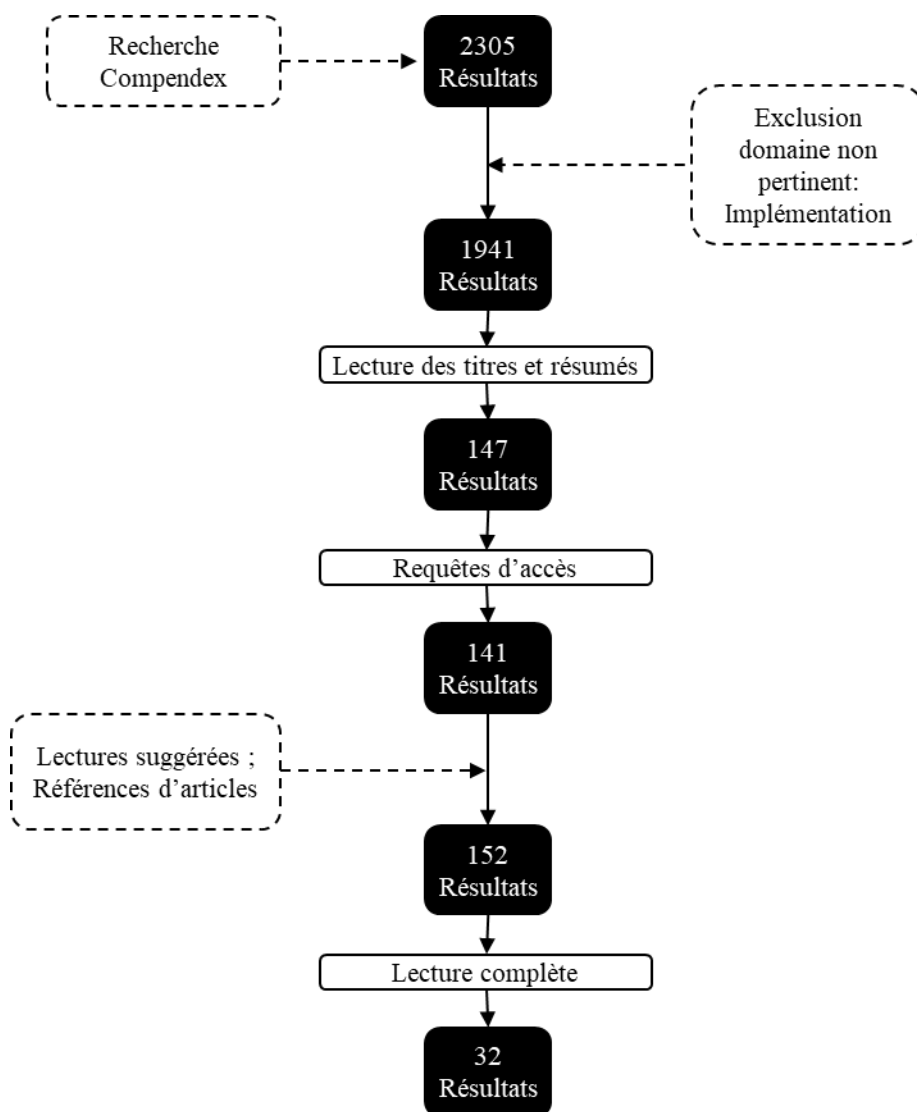


Figure 2.1 : Stratégie de recherche (source : Auteur)

2.3.2 Résultats

La pré-adoption est une phase prospective dans l'implémentation d'une technologie (Arena, 2009). Arena la décrit sommairement comme un processus d'apprentissage collectif qui permettra de faire le choix d'adopter ou non ladite technologie, et ce dans les meilleures conditions possibles. Plusieurs activités de la pré-adoption visent également à maximiser les chances de succès de la post adoption (également appelée « généralisation »), qui est centrée sur la gestion du changement et la diffusion des connaissances. Notamment, la pré-adoption comprend une évaluation des compétences managériales de l'organisation, une réflexion sur le futur, la confirmation d'un alignement stratégique entre les objectifs organisationnels et les promesses de la technologie à

l'étude, et l'établissement d'un calendrier d'adoption comprenant des jalons importants à franchir. Arena défend que chaque phase doive se succéder de manière articulée et cumulative, sans sauter d'étapes.

Cependant, une organisation ne se rendra pas toujours à la phase d'adoption ou de post adoption ; dans de tels cas, on parle souvent d'échec mais Arena défend qu'il s'agisse plutôt d'apprentissages qui, lorsque perçus de manière positive, peuvent permettre à l'organisation d'identifier des failles dans son processus de pré-adoption et qui, si pris en compte positivement, pourront augmenter les chances de succès lors de projets de pré-adoption ultérieurs.

Selon Bernard et al. (2016), les échecs survenant lors d'une pré-adoption sont multiples : taille du projet, manque d'expertise des acteurs, mauvais diagnostic de l'existant, ou mauvais choix des TI et de leurs caractéristiques.

La thèse d'Arena se concentre principalement sur les étapes (activités) à mener dans le cadre de chaque phase.

2.3.2.1 Étapes à exécuter lors d'une pré-adoption de la blockchain

D'abord, (Schweizer et al., 2018) suggèrent que trop souvent, la blockchain, comparativement à bien d'autres technologies émergentes, finit souvent par être une solution à la recherche d'un problème : l'engouement pour l'outil est tel qu'on veut le mettre à l'essai rapidement sans en comprendre d'abord les risques et limites. Cela peut causer des premiers pas perçus comme étant désastreux, et plutôt qu'augmenter les investissements en innovation technologique, les projets pilotes sont vite mis sur pause. L'organisation se retrouve ainsi avec des coûts irrécupérables, ce qui n'est en aucun cas désirable. C'est pourquoi il est judicieux de voir grand, mais commencer tout petit. Pour ce faire, on recommande de suivre des étapes bien définies ; il y a plusieurs façons de transformer des aliments en un plat, mais il y a généralement une recette précise à suivre. Cependant, aucune équipe de chercheurs ne s'entend quant aux étapes qui doivent être exécutées ainsi qu'à leur ordre d'exécution. Par ailleurs, aucun groupe de chercheurs n'a employé la même stratégie de collecte de données.

Par exemple, (Schweizer et al., 2018) emploient la méthode *Action Design Research* (ADR). Leur recherche leur permet de conclure qu'un simple survol de comment fonctionne la blockchain est

suffisant pour identifier des cas d'utilisation, sans même baliser ce qui se fait autour de l'organisation.

(Ostern et al., 2022) ont plutôt interviewé une vingtaine de professionnels dans divers domaines pour dresser quatre portraits types d'approches organisationnelles avec la blockchain. Trois axes sont considérés : « évaluation de la valeur d'affaires de la blockchain », « état actuel des processus d'innovation de l'organisation », et « sentiment envers la blockchain ». Les quatre profils sont : Stratège, Exécuteur, Observateur, et Expérimentateur. Les chercheurs décrivent le profil « Stratège » comme étant plus viable à long terme ; les étapes suggérées comprennent ce qui suit : incorporer une mentalité pro-blockchain dans la stratégie et les objectifs long-terme de l'organisation, Mettre sur pied un « laboratoire d'innovation » avec des employés désirant contribuer à l'adoption de la blockchain dans l'organisation. En d'autres mots, les gains de la blockchain sont prévus sur le long terme, et l'organisation se concentre sur l'établissement de bases solides avant de se mettre à construire des applications décentralisées. À l'inverse, on retrouve l'exécuteur, qui cherche à gérer de la valeur immédiatement à l'aide de la blockchain, et ce en tentant d'améliorer des processus actuels. Les efforts sont concentrés autour du développement de solutions simples et indépendantes. L'exécuteur mobilise d'abord des employés d'équipes variées pour identifier divers cas d'utilisation blockchain et retenir ceux qui offrent le plus de valeur tout en demandant le moins d'efforts. Puis, on décide si on veut acquérir ou développer une solution.

(Fremantle et al., 2018) présentent un canevas générique, le *Emerging Technology Analysis Canvas* (ETAC), pour comparer des technologies entre elles pas groupe d'attributs (opportunité, impact, faisabilité, futur et risques, etc.). Ces comparaisons peuvent être faites tant pour comprendre des courants technologiques que pour évaluer des cas d'utilisation précis. Les créateurs de l'ETAC confient ainsi que son but est d'explorer les tensions entre le potentiel de la technologie blockchain et l'environnement dans lequel elle doit opérer, et ce afin d'évaluer son impact, et comprendre les implications dans le marché de l'organisation. Cet objectif fut transformé en étape dans le Questionnaire Ronde 1. (Perera et al., 2019) utilisent justement l'ETAC pour effectuer un survol de la technologie blockchain.

(Schweizer et al., 2018) suggèrent six étapes : Comprendre la technologie blockchain, Définir des cas d'utilisation sans s'informer préalablement des tendances, s'informer des tendances, définir des cas d'utilisation à nouveau (à l'aide de la nouvelle information), et structurer les idées (former des

grappes similaires, définir un MVP par grappe, sélectionner un seul MVP pour la conception et le projet-pilote).

(Glaser, 2017) affirme qu'il est important de comprendre en quoi des changements à l'infrastructure technologique d'une organisation peut avoir des impacts sur la gouvernance TI et sur le développement de systèmes d'information (SI). Cela implique ainsi la nécessité de s'intéresser à la fois à l'infrastructure technologique telle qu'elle est maintenant, afin de mieux appliquer ses nouvelles connaissances sur la blockchain.

2.3.2.2 Critères devant être satisfaits par tout cas d'utilisation blockchain

La plupart des études s'intéressant aux étapes simplifient les critères d'évaluation de cas d'utilisation blockchain. En effet, pratique chaque étude consultée suggère de générer des cas d'utilisation sans contraintes, puis de les prioriser « en fonction de leur faisabilité et impact ». Cependant, comment peut-on prédire l'impact d'un cas d'utilisation, concrètement ? Et cet impact est-il davantage économique, sociétal, ou les deux ? C'est ainsi que les critères d'évaluation de cas d'utilisation blockchain furent ajoutés au périmètre du projet de recherche.

(Schlecht et al., 2021) ont procédé à une étude Delphi pour prédire les développements les plus probables d'ici 2030 en ce qui concerne la blockchain. Les répondants à cette étude s'entendent sur des développements économiques, technologiques, et socioculturels. Ces développements ont été convertis en critères (voir Tableau 3.2).

(Yuthas, 2021) affirme que lorsqu'une organisation s'intéresse à la blockchain, dans la plupart des cas, l'objectif est d'améliorer les opérations (soit réduire les coûts et les risques, et augmentation la satisfaction des clients). Il est ici question de partenariats stratégiques prenant la forme de consortium (pas d'une seule organisation). L'ensemble des capacités stratégiques basées sur la blockchain sont catégorisées en trois groupes :

- Bâtir sur des capacités existantes
- Partager des capacités complémentaires
- Bâtir des capacités spécifiques à la blockchain

L'auteur précise également que les deux troubles opérationnels visés par les cas d'utilisation blockchain sont l'absence de confiance envers divers intervenants, ainsi que la friction des

processus d'affaires. Les contrats intelligents sont cités comme solution potentielle. Les éléments de Yuthas ont été convertis en critères dans le Questionnaire Ronde 1, notamment : Satisfaction, Coûts, Revenus, Multipartite, Automatisation.

(Ostern et al., 2022) suggèrent également les critères « Compétitivité » et « Synergies » comme étant pertinents pour évaluer des cas d'utilisation entre eux.

(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) introduisent un cadre d'analyse pour évaluer le degré de préparation d'une organisation quant à l'adoption de la blockchain. Purement issus d'une revue de littérature massive, les critères recensés par les auteurs sont tantôt classifiés comme des critères dans la présente étude, tantôt comme des conditions. La contribution de ces auteurs au présent projet de recherche est significative.

Selon Six et al. (2020), les critères essentiels d'un système blockchain sont les mêmes que pour tout système, soit : Sécurité, Efficacité, Fiabilité, Usabilité, Fonctionnalité.

(Gräther et al., 2018) suggèrent que le potentiel d'automatisation d'un processus visé par un cas d'utilisation blockchain est un critère majeur pour évaluer divers cas d'utilisation entre eux. De plus, tout cas d'utilisation blockchain doit absolument correspondre à un des trois cas de figure suivants : « remplacer un intermédiaire afin de couper des coûts et de simplifier des processus », « Établir une confiance entre des partenaires là où il n'y en avait pas auparavant », et « Transformer un modèle d'affaires ».

Les impacts prévus par un cas d'utilisation blockchain varient grandement d'une catégorie à l'autre selon (Perera et al., 2019).

Les travaux de (Almeshal et Alhogail, 2021) sont également d'une utilité considérable dans le recensement de critères d'évaluation pour les cas d'utilisation blockchain. Notamment, les chercheurs dévoilent l'ampleur des efforts de recherche qui ont été menés dans ce sens, en répertoriant la variété de cadres d'analyse, de flux de processus, et de listes qui ont été publiées.

(Sunny et al., 2022) présentent la blockchain comme étant souvent associée à l'internet des Objets (IOT), un courant technologique émergent. La technologie serait également prometteuse pour l'exploration de nouveaux modèles d'affaires. Cependant, les auteurs se concentrent davantage sur la présentation de divers cas d'utilisation blockchain génériques, sans introduire de critères pour les évaluer les uns les autres.

(Glaser, 2017) cite le « bien commun » et le « bien public » comme des critères potentiels pour évaluer des systèmes blockchain.

Les écrits de (K. Wüst et A. Gervais, 2018) visent à répondre à la question suivante : Vous faut-il une blockchain ?, reconnaissant qu'il s'agit d'un outil comme d'un autre et qui, malgré son caractère novateur, ne peut pas résoudre n'importe lequel problème. Six critères principaux sont suggérés.

Enfin, (Gallersdörfer et Matthes, 2020) segmentent les critères en deux groupes : les requis et les caractéristiques de soutien. Les requis représentent les critères propres à tout cas d'utilisation blockchain, tandis que les caractéristiques de soutien désignent les critères propres à quelques cas d'utilisation blockchain, mais pas tous.

2.3.2.3 Conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la blockchain

Enfin, en procédant au recensement des critères, l'équipe a légèrement élargi le périmètre de son projet : les conditions furent ajoutées.

Mise en contexte : Même si une organisation exécute les étapes telles que suggérées par une méthodologie, et qu'elle choisit des critères d'évaluation pertinents, cela ne veut pas forcément dire qu'elle est prête à adopter la blockchain. En effet, l'adoption de la blockchain est une initiative à long terme qui nécessite un niveau de préparation considérable. De plus, certaines des conditions sont plus difficiles à faciliter, car elles sont externes à l'organisation.

(Yuthas, 2021) a contribué à l'ajout des conditions vers la fin du Tableau 3.3 ; principalement celles en lien avec l'environnement externe.

(Lustenberger et al., 2021) suggèrent que l'adoption de la blockchain dépend principalement de conditions externes, et qu'il faut ainsi évaluer le degré de préparation de l'écosystème. Fait intéressant à noter : parmi les 26 organisations œuvrant dans l'industrie de la construction et qui ont été sondées, 42% n'avaient jamais exploré la blockchain de quelque manière que ce soit. 11% avaient déclaré être à la phase exploratoire, 23% en étaient à la preuve de concept (POC), et 3,8% étaient en projet-pilote, 19% utilisaient une solution blockchain opérationnelle, et 0% avaient abandonné leurs efforts de R&D avec la blockchain. Les auteurs mentionnent également que leurs répondants ne trouvent pas la technologie blockchain difficile à comprendre. Cela est important à soulever, car nombre d'articles soutiennent plutôt que la complexité typiquement associée à la

blockchain est une partie de la cause derrière l'abandon de l'exploration de la technologie blockchain par des organisations. d'autres articles stipulent plutôt que la plupart des initiatives blockchain échouent, en contradiction directe avec les données de Lustenberger, qui estiment le taux d'abandon à 2.31% (8/346). Néanmoins, le niveau de préparation organisationnelle demeure le construit le plus important, devançant « avantage relatif » et « pressions externes » de peu.

(Ostern et al., 2022) stipulent que le fait de voir l'innovation comme étant levier menant à un avantage compétitif. Chez les Stratèges, les laboratoires d'innovations composés de champions blockchain sont souvent observés. De plus, tout le monde est impliqué : les leaders de l'organisation encouragent les employés intéressés par la blockchain à l'explorer davantage, et des ressources sont affectées à des tâches de R&D à temps plein.

Selon (Post et al., 2023), un ensemble de facteurs stratégiques, tactiques, et opérationnels affectent la diffusion (l'adoption) de la technologie blockchain ; notamment : la pression dans le secteur, la taille organisationnelle, l'appétit pour le risque, le besoin de collaborer, etc. On mentionne au passage que l'avènement de la blockchain et la décentralisation des pratiques d'une organisation représente un changement de paradigme qui nécessite une attitude fonceuse.

L'approche de (Iosif et al., 2021) est unique, car elle tente de bâtir un index de préparation à la blockchain. Cependant, l'accent est sur les pays, pas sur les organisations. Les conditions présentées par ces auteurs sont ainsi impertinentes dans le cadre du présent projet de recherche.

2.3.3 Revue critique

Un grand nombre d'études fut recensé quant aux méthodologies de pré-adoption de la blockchain en contexte organisationnelle. Seule une étude recensée lors de la revue de littérature a fait une étude Delphi. Un grand nombre d'étapes, critères, et conditions sont suggérés dans le domaine, mais il n'existe aucun consensus (personne ne suggère la même combinaison d'étapes, critères, ou conditions). En d'autres mots : les contributions au domaine d'expertise sont nombreuses et très éparpillées, et le tout manque de structure. Ce manque vient justifier le présent projet de recherche.

2.4 Conclusion

Les articles recensés s'intéressent principalement à trois catégories ayant trait à la pré-adoption : Les étapes à exécuter lors de la phase de pré-adoption, les critères à utiliser pour évaluer des cas

d'utilisation entre eux, et des conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter une technologie avec les meilleures chances de succès. Cependant, les connaissances tirées de l'état de l'art restent très disparates et manquent de structure; il serait impossible d'exécuter toutes les étapes recensées, car certaines sont antagonistes. Il en va de même pour les critères.

CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

3.1 Introduction

Ce chapitre présente les principaux éléments méthodologiques sur lesquels se fondent la recherche empirique. Après un rappel des objectifs poursuivis, ce chapitre présente la méthode Delphi et les outils qui ont permis de la déployer auprès d'un ensemble d'experts en blockchain (les « répondants »). Le chapitre commence ainsi par une énumération et explication des objectifs de recherche, à la section 3.2.

3.2 Question et objectifs de recherche

La revue de littérature présentée à la section 2.3 permet de faire un constat important : plusieurs acteurs du domaine s'entendent pour dire que d'ici 2030, la blockchain aura des impacts considérables sur la société et sur l'économie mondiale. Cependant, personne ne s'entend sur les pratiques organisationnelles d'excellence permettant de réussir sa pré-adoption de la technologie : les étapes suggérées par la communauté de pratique sont même parfois contradictoires. Par exemple, BTA (2021) recommande de considérer les tendances en blockchain avant de définir des cas d'utilisation, tandis que Schweizer et al. (2018) conseillent de s'intéresser aux tendances après avoir préalablement défini des cas d'utilisation sans inspiration. D'autres acteurs du domaine suggèrent plutôt des critères de sélection pour des cas d'utilisation blockchain. Enfin, d'autres acteurs s'intéressent à définir à quoi ressemble une organisation qui est « prête » à adopter la blockchain. Toutefois, aucune des études s'intéresse à la fois aux étapes, aux critères, et aux conditions relatives au déploiement.

L'état des connaissances et des lacunes observées ont donc permis d'aboutir à la question principale de recherche qui a guidé cette recherche.

Quelles sont les pratiques organisationnelles d'excellence pour la pré-adoption de la technologie blockchain ?

De façon spécifique, cette étude vise trois objectifs spécifiques, à savoir :

- Objectif spécifique 1 : Déterminer les étapes à suivre pour réussir la pré-adoption de la technologie blockchain.

- Objectif spécifique 2 : Identifier les critères permettant à une organisation d'évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux.
- Objectif spécifique 3 : Définir les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain.

La section 3.3 porte sur la méthode Delphi qui est adoptée pour la collecte de données du projet de recherche. Cette méthode présente plusieurs avantages lui permettant d'atteindre les objectifs du présent projet de recherche : en effet, elle permet de sonder plusieurs experts de matière en même temps, sans égard à leur emplacement géographique. Elle élimine le risque du biais de réponse, les répondants n'étant pas au courant de l'identité de l'un l'autre.

3.3 Présentation de la méthode Delphi

3.3.1 Historique

La technique Delphi est une méthode de collecte et d'évaluation des informations d'un groupe d'experts en vue de faire une prédiction ou de prendre une décision. Elle a été mise au point dans les années 1950 par la RAND Corporation, un groupe de réflexion à but non lucratif sur la politique mondiale, et a été nommée d'après l'ancien oracle de Delphes en Grèce. Cette technique a été largement utilisée dans divers domaines, notamment les affaires, le gouvernement et les soins de santé, pour aider à prendre des décisions sur des questions complexes ou incertaines.

La technique Delphi comporte plusieurs étapes. Tout d'abord, un groupe d'experts est sélectionné sur la base de leurs connaissances et de leur expertise dans le domaine concerné. Ces experts sont généralement choisis parmi des personnes d'horizons et de points de vue différents, afin de garantir un éventail diversifié d'opinions et de points de vue. Les experts sont ensuite invités à donner anonymement leur avis sur le problème ou la question en question.

Ensuite, les réponses sont recueillies et compilées par un animateur, qui peut également fournir des informations supplémentaires ou un contexte aux experts. Ces informations sont ensuite partagées avec le groupe, et les experts sont invités à réviser et à mettre à jour leurs réponses en fonction des nouvelles informations. Ce processus est répété plusieurs fois, les experts fournissant des réponses actualisées jusqu'à ce qu'un consensus soit atteint ou que le niveau d'accord entre les experts atteigne un seuil prédéterminé.

La technique Delphi présente plusieurs avantages par rapport à d'autres méthodes de prise de décision ou de collecte d'informations. L'un des principaux avantages est qu'elle permet de prendre en compte un large éventail de perspectives et d'opinions, ce qui peut aider à identifier les biais ou les angles morts potentiels. Elle permet également une participation anonyme, ce qui peut encourager un retour d'information ouvert et honnête de la part des experts. En outre, la nature structurée et itérative de la technique permet de réduire l'influence des personnalités dominantes ou de la pensée de groupe.

Cependant, la technique Delphi présente également certaines limites. Un inconvénient potentiel est qu'elle repose sur la disponibilité et la volonté des experts de participer, ce qui n'est pas toujours possible ou réalisable. Elle peut également prendre beaucoup de temps et de ressources, en particulier si plusieurs séries de commentaires sont nécessaires pour parvenir à un consensus. En outre, la technique n'est pas toujours efficace dans les situations où il existe un niveau élevé d'incertitude ou de désaccord entre les experts.

En conclusion, la technique Delphi est un outil précieux pour recueillir et évaluer les informations d'un groupe d'experts en vue de prendre une décision ou de faire une prédiction. Bien qu'elle présente certaines limites, elle offre plusieurs avantages par rapport à d'autres méthodes de prise de décision, et peut être un outil utile dans une variété de domaines et de situations.

La méthodologie de (Françoise et al., 2009) a servi d'inspiration pour l'élaboration du questionnaire Delphi du présent projet de recherche. Plus récemment, les travaux de (Brodeur et al., 2022) se sont également appuyés sur cette approche pour des recherches similaires.

3.3.2 Méthodologie

3.3.2.1 Démarche générale

Un certificat d'approbation éthique fut en premier lieu obtenu auprès du Comité d'éthique en recherche de Polytechnique Montréal (CER-2122-52-D), et ce afin de pouvoir lancer la collecte de données. La demande d'approbation vise à s'assurer que l'ensemble des processus de la collecte de données, soit le recrutement des participants et la collecte, le stockage, et l'analyse des données, suivront les règles de Polytechnique Montréal. Cela se fait à la fois afin de protéger les participants et afin d'assurer la reproductibilité de l'étude si une autre équipe de chercheurs devait procéder à un audit.

Une fois ce certificat obtenu, le questionnaire Ronde 1 a d'abord fait l'objet d'une vérification auprès de quelques professionnels spécialistes du domaine avant son envoi aux répondants. Un total de 42 experts en blockchain furent identifiés pour participer à l'étude Delphi. Une combinaison d'experts issus des secteurs industriel et universitaire a été constituée, afin de maximiser une variabilité d'expériences et d'opinions. Les 42 experts furent sollicités en français ou anglais (selon leurs préférences) via LinkedIn ou par courriel (selon les coordonnées disponibles) une fois le questionnaire Ronde 1 fut prêt. À des fins d'incitatif, l'invitation mentionnait qu'à la fin de chaque ronde, il serait possible de consulter les notes attribuées par chaque répondant en les comparant au groupe.

Dès qu'un expert acceptait de participer à l'étude, un courriel lui était envoyé pour obtenir sa signature au formulaire de consentement via l'outil de signature électronique Adobe Sign. Ce dernier informe le répondant des modalités de participation à l'étude notamment, le droit de se retirer de l'étude à tout moment, l'absence de rémunération, et l'absence de risque considérable. Une fois le formulaire de consentement signé, le répondant recevait le lien vers le Questionnaire Ronde 1 par courriel.

Les mêmes répondants étaient sollicités d'une ronde à l'autre, et chaque ronde était espacée de deux à trois semaines. Le seul critère d'inclusion était de posséder au moins un an d'expérience à travailler des blockchains dans un contexte organisationnel. Ce critère était validé à la fois en vérifiant le parcours des experts identifiés. De plus, la deuxième question du questionnaire s'intéresse au nombre d'années d'expérience du répondant. Cette donnée est principalement collectée pour tenter de trouver des similarités entre les experts en fonction de leur expérience en blockchain. Le poste occupé par le répondant est également demandé ; il s'agit de la seule donnée qualitative obligatoire de tout le questionnaire, toutes rondes confondues.

3.3.2.2 Détails du questionnaire et du site Web

Tous les questionnaires furent créés sur l'outil Poly-Opinion, la version Limesurvey de Polytechnique Montréal⁴. Il s'agit donc d'un outil d'enquête en ligne qui a été également utilisé pour récolter les réponses des répondants.

Ronde 1 :

Le Questionnaire Ronde 1 a été envoyé à 21 répondants et complété par 19 d'entre eux. Il utilisait le même gabarit bilingue (français et anglais) pour tous les répondants ; un code d'accès unique était envoyé à chaque expert, et ce afin de pouvoir faire le suivi de qui avait répondu. Les répondants pouvaient changer la langue d'affichage du questionnaire en fonction de leurs préférences.

La première section du questionnaire comprenait des termes mentionnés blockchain visant à aligner la compréhension de certains termes entre les répondants. Le questionnaire étant bilingue, pour minimiser les disparités de définitions entre français et l'anglais, des définitions bilingues du gouvernement du Canada furent proposées.

La deuxième section du questionnaire demandait au répondant de fournir son poste, et le nombre d'années d'expérience qu'il possède en blockchain. Ces informations furent utilisées pour segmenter les données des Rondes 1 et 2 à des fins d'analyse.

La troisième section du questionnaire est structurée en reprenant les éléments présentés à la section 2.3.2 : les répondants étaient priés de noter sur cinq tous les items relevés lors de la revue de littérature, plus spécifiquement :

- Les étapes qu'une organisation pourrait exécuter lors de sa pré-adoption de la blockchain. Ces étapes sont segmentées en trois grilles : « Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation », « Étapes à exécuter au moment de générer un ou plusieurs cas d'utilisation », « Étapes à exécuter après avoir généré un ou plusieurs cas d'utilisation.
- Les critères utilisés pour évaluer des cas d'utilisation blockchain entre eux.

⁴ <https://www.polymtl.ca/si/poly-opinion>

- Les conditions indiquant qu'une organisation est « prête » à adopter la blockchain.

Une boîte de texte facultative est mise à la disposition du répondant à la fin de chacune des cinq grilles d'éléments. Ils sont priés d'être spécifiques dans leurs commentaires (nommer les éléments de la grille auxquels leurs commentaires font référence).

Voir les annexes pour une copie du Questionnaire Ronde 1.

Tous les répondants avaient l'option de terminer un questionnaire inachevé et le terminer plus tard pourvu qu'ils créent un compte sur Poly-Opinion. Des rappels étaient envoyés à tous les répondants retardataires, et ce approximativement aux 3-4 jours.

Les réponses étaient stockées dans Poly-Opinion dès leur réception. Elles furent exportées en format Excel (.xlsx) après la réception de la 19^e réponse, à des fins d'analyse.

Ronde 2 :

Le Questionnaire Ronde 2 a été envoyé aux 19 répondants ayant complété le Questionnaire Ronde 1. Lorsque 19 réponses furent reçues, le Questionnaire Ronde 1 a été désactivé, de sorte qu'il n'était plus accessible. L'ensemble des réponses reçues furent exportées en format .xlsx, puis furent analysées. L'ensemble des commentaires laissés par les répondants a été traduit vers le français puis passé en revue pour identifier les items existants et nouveaux.

Le questionnaire Ronde 2 a été construit à partir du gabarit du Questionnaire Ronde 1. Le questionnaire Ronde 2 n'était disponible que dans la langue utilisée par le répondant lors de la Ronde 1 ; le répondant n'avait donc pas la possibilité de changer la langue d'affichage de son questionnaire Ronde 2. Un fichier a été construit pour chaque répondant. Sous chaque item évalué lors de la Ronde 1, la note du répondant et la moyenne du groupe furent affichés.

Le lien vers le Questionnaire Ronde 2 a été envoyé en même temps à tous les répondants de la Ronde 1. Tout comme lors de la Ronde 1, des rappels étaient envoyés aux répondants aux 3-4 jours. Une fois la 17^e réponse reçue, l'équipe a exporté un fichier .xlsx et procéda à l'analyse des résultats.

Voir l'ANNEXE D pour une copie du Questionnaire Ronde 2.

Le calcul des résultats et tests s'est fait à l'aide de l'outil IBM SPSS Version 29. Pour chaque item, des statistiques descriptives (moyenne et écart-type) ont été générés. Le test de Mann-Whitney non-paramétrique a été utilisé pour le calcul des niveaux de signification, étant donné le faible

nombre de répondants (Bhushan, 1985). L'indice de fiabilité inter-juges a été calculé en utilisant la méthode ICC (3, k) (Shrout et Fleiss, 1979).

3.4 Démarche de recherche proposée

3.4.1 Développement de la méthode

À la suite de la fin abrupte de la collaboration avec le partenaire industriel, une revue de littérature a ainsi été refaite pour faire un survol du sujet (section 2.3). Les étapes, critères, et conditions qui furent relevés dans la revue de littérature furent soumis aux répondants dans le Questionnaire Ronde 1. Les résultats de la Ronde 1 menèrent au Questionnaire Ronde 2. Enfin, une méthodologie est développée et appliquée au déroulement de la Phase (à des fins de validation).

3.4.2 Structure de la méthode

Le Tableau 3.1 résume les références mentionnant chaque étape communiquée dans le Questionnaire Ronde 1.

Tableau 3.1 : Étapes mentionnées dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur)

Étape	Référence(s)
AVANT D'IDENTIFIER DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN, IL FAUT...	
Réviser les objectifs stratégiques de l'organisation (à court, moyen, et long terme)	BTA, 2021 ; (Ostern et al., 2022)
Cartographier l'infrastructure technologique actuelle de l'organisation	BTA, 2021 ; (Glaser, 2017)
Identifier les forces, faiblesses, opportunités, et menaces propres à l'organisation FFOM (SWOT)	BTA (2021) ; (Ostern et al., 2022)
Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur la blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites)	BTA (2021) ; (Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022)
Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur la blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites)	BTA (2021) ; (Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Schweizer et al., 2018)
Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la blockchain	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Glaser, 2017)

Tableau 3.1 : Étapes mentionnées dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur) (suite)

Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la blockchain	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022)
Recruter des experts de la blockchain	(Ostern et al., 2022) ; (Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022)
Recruter des experts en technologies émergentes	(Ostern et al., 2022)
Explorer les tensions entre le potentiel de la technologie blockchain et l'environnement dans lequel elle doit opérer (afin d'évaluer son impact, et comprendre les implications dans le marché de l'organisation)	BTA (2021) ; (Fremantle et al., 2018)
Documenter les tendances en blockchain à travers le monde (les cas d'utilisation actuellement jugés les plus prometteurs selon les experts)	BTA (2021) ; (Schweizer et al., 2018)
Documenter les tendances en blockchain dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les cas d'utilisation priorisés par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires)	BTA (2021) ; (Schweizer et al., 2018)
Documenter les tendances technologiques à travers le monde (les technologies qui font actuellement le plus parler le monde des affaires)	BTA (2021)
Documenter les tendances technologiques dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les technologies priorisées par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires)	BTA (2021)
AU MOMENT D'IDENTIFIER DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN, IL FAUT...	
Identifier le plus de cas d'utilisation blockchain possibles pour l'organisation sans s'informer préalablement des tendances blockchain	(Schweizer et al., 2018)
Identifier le plus de cas d'utilisation possibles de la technologie après s'être informé préalablement des tendances blockchain	BTA (2021) ; (Schweizer et al., 2018)
Impliquer plusieurs niveaux de gestion dans l'organisation (à la fois des cadres et non-cadres) pour identifier des cas d'utilisation blockchain	BTA (2021) ; (Schweizer et al., 2018)
Impliquer les cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation blockchain	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022)
Impliquer les employés non-cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation blockchain	N/A
APRÈS AVOIR IDENTIFIÉ DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN, IL FAUT...	

Tableau 3.1 : Étapes mentionnées dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur) (suite et fin)

Regrouper les cas d'utilisation identifiés présentant des similarités entre eux	BTA (2021) ; (Schweizer et al., 2018)
Valider chaque cas d'utilisation retenu auprès des cadres de l'organisation	BTA (2021) ; (Schweizer et al., 2018)
Valider chaque cas d'utilisation retenu auprès des employés responsables d'exécuter tout processus visé	BTA (2021) ; (Schweizer et al., 2018)
Retenir un seul cas d'utilisation pour le prototypage	BTA (2021) ; (Schweizer et al., 2018)
Retenir plusieurs cas d'utilisation pour le prototypage	Tapscott (2016)

Le Tableau 3.2 résume les références mentionnant chaque étape communiquée dans le Questionnaire Ronde 1.

Tableau 3.2 : Critères mentionnés dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur)

Critères	Référence(s)
<u>Disponibilité</u> : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être accessible en tout temps (24/7).	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Six et al., 2020)
<u>Évolutivité</u> : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être capable de s'adapter à une augmentation de l'achalandage dans le temps.	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Almeshal et Alhogail, 2021) ; (Gallersdörfer et Matthes, 2020)
<u>Interopérabilité</u> : Le cas d'utilisation doit être capable de s'intégrer et de communiquer avec d'autres systèmes que l'organisation utilise déjà.	(Schlecht et al., 2021) ; (Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022)
<u>Immutabilité</u> : Il est impossible de modifier des données après qu'elles ont été validées	(Gräther et al., 2018) ; (Almeshal et Alhogail, 2021) ; (K. Wüst et A. Gervais, 2018) ; (Gallersdörfer et Matthes, 2020)
<u>Traçabilité</u> : Le cas d'utilisation comprend le suivi de la provenance d'un actif tout au long de son cycle de vie	(Perera et al., 2019) ; (Almeshal et Alhogail, 2021) ; (K. Wüst et A. Gervais, 2018) ; (Gallersdörfer et Matthes, 2020)
<u>Impact environnemental</u> : Le cas d'utilisation doit contribuer aux objectifs de développement durable de l'organisation (soit en réduisant sa consommation d'énergie ou ses émissions de gaz à effet de serre).	(Glaser, 2017)

Tableau 3.2 : Critères mentionnés dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur) (suite)

<u>Impact social</u> : Le cas d'utilisation doit présenter des avantages à l'échelle de la société (alévie des problèmes de santé, la pauvreté, le crime, etc.).	(Schlecht et al., 2021) (Glaser, 2017)
<u>Simplicité</u> : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être facile d'utilisation pour tout utilisateur, qu'il ait des connaissances blockchain ou pas.	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Six et al., 2020) ; (Gallersdörfer et Matthes, 2020)
<u>Démontrabilité</u> : Le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de prouver sa conformité à au moins une réglementation à laquelle elle est assujettie.	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Almeshal et Alhogail, 2021) ; (K. Wüst et A. Gervais, 2018) ; (Gallersdörfer et Matthes, 2020)
<u>Désintermédiation</u> : Le cas d'utilisation doit permettre l'élimination d'au moins un intermédiaire dans le processus visé.	(Schlecht et al., 2021) ; (Gräther et al., 2018) ; (Perera et al., 2019) ; (Gallersdörfer et Matthes, 2020)
<u>Confidentialité</u> : Par exemple, la solution conçue pour le cas d'utilisation ne doit pas stocker des renseignements identificatoires (<i>personally identifiable information</i>).	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Six et al., 2020) ; (Almeshal et Alhogail, 2021) ; (K. Wüst et A. Gervais, 2018)
<u>Segmentation en unités - Jetonisation (Tokenization)</u> : Le cas d'utilisation doit prendre en charge la création et la gestion de jetons (<i>tokens</i>).	(Six et al., 2020) ; (Perera et al., 2019)
<u>Automatisation</u> : Le cas d'utilisation doit impliquer l'exécution de contrats intelligents et/ou d'oracles.	(Schlecht et al., 2021) ; (Yuthas, 2021) ; (Six et al., 2020) ; (Gräther et al., 2018) ; (Perera et al., 2019) ; (Gallersdörfer et Matthes, 2020)
<u>Compétitivité</u> : Le cas d'utilisation doit permettre de tirer un avantage concurrentiel.	(Ostern et al., 2022) ; (Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Perera et al., 2019) ; (Almeshal et Alhogail, 2021) ; (Almeshal et Alhogail, 2021)
<u>Satisfaction</u> : Le cas d'utilisation doit mener, à terme, à une augmentation de la satisfaction des clients.	(Yuthas, 2021) ; (Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Perera et al., 2019)
<u>Coûts</u> : Le cas d'utilisation doit mener, à terme, à des économies de coûts.	(Schlecht et al., 2021) ; (Yuthas, 2021) ; (Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Six et al., 2020) ; (Gräther et al., 2018) ; (Perera et al., 2019)
<u>Revenus</u> : Le cas d'utilisation doit mener, à terme, à une augmentation des revenus.	(Schlecht et al., 2021) ; (Yuthas, 2021) ; (Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Gräther et al., 2018) ; (Perera et al., 2019) ; (Almeshal et Alhogail, 2021)

Tableau 3.2 : Critères mentionnés dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur) (suite et fin)

<u>Multipartite</u> : Le cas d'utilisation doit impliquer plus d'un acteur externe à l'organisation.	(Yuthas, 2021) ; (Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Gräther et al., 2018) ; (Almeshal et Alhogail, 2021) ; (K. Wüst et A. Gervais, 2018) ; (Gallersdörfer et Matthes, 2020)
<u>Identité</u> : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit permettre l'assignation de rôles et autorisations différents à chaque utilisateur	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Almeshal et Alhogail, 2021)
<u>Rapidité</u> : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être autant rapide que des alternatives non-blockchain (par exemple : une base de données SQL).	(Hosseinpouli Mamaghani et al., 2022) ; (Six et al., 2020) ; (Almeshal et Alhogail, 2021)
<u>Synergies</u> : Le cas d'utilisation combine l'utilisation de la blockchain avec celles d'autres technologies émergentes.	(Ostern et al., 2022) ; (Almeshal et Alhogail, 2021)

Le Tableau 3.3 résume les références mentionnant chaque étape communiquée dans le questionnaire Ronde 1.

Tableau 3.3 : Conditions mentionnées dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur)

Condition	Référence(s)
L'organisation possède un bureau de transformation numérique (transformation office).	(Post et al., 2023)
L'organisation emploie la méthodologie agile dans ses projets.	(Post et al., 2023)
L'organisation possède une équipe 100% affectée à des initiatives d'innovation (recherche et développement).	(Ostern et al., 2022)
L'organisation possède des ressources à l'interne qui ont de l'expérience en blockchain	(Ostern et al., 2022)
L'organisation a une culture qui valorise l'innovation et l'expérimentation, et est ouverte à l'adoption de nouvelles technologies telles que la blockchain.	(Lustenberger et al., 2021) ; (Ostern et al., 2022) ; (Post et al., 2023)
L'organisation possède une équipe de direction qui est intéressée à explorer activement l'usage de la blockchain (en d'autres mots, la direction veut être impliquée dans le processus d'exploration de la blockchain).	(Ostern et al., 2022)
L'organisation a été approchée par au moins un client qui lui a suggéré ou demander d'explorer la blockchain.	(Lustenberger et al., 2021) ; (Post et al., 2023)

Tableau 3.3 : Conditions mentionnées dans le questionnaire 1 et références (source : Auteur)
(suite et fin)

L'organisation a été approchée par au moins un partenaire qui lui a suggéré ou demander d'explorer la blockchain.	(Yuthas, 2021) ; (Lustenberger et al., 2021) ; (Post et al., 2023)
Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il explorait actuellement la blockchain.	(Yuthas, 2021) ; (Lustenberger et al., 2021) ; (Post et al., 2023)
Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il utilisait désormais la blockchain.	(Yuthas, 2021) ; (Lustenberger et al., 2021) ; (Post et al., 2023)
L'organisation est en train de négocier des partenariats (ou l'a déjà fait), dans le but éventuel de former un écosystème	(Lustenberger et al., 2021)
L'organisation possède au moins un champion blockchain (qui a manifesté son intérêt envers la blockchain ET qui est intéressé à explorer l'utilisation de la technologie à l'interne).	(Ostern et al., 2022)

Le Tableau 3.4 présente l'échelle de notation pour l'évaluation des items. Cette échelle était présentée telle quelle aux répondants au-dessus de chaque grille d'items à évaluer.

Tableau 3.4 : Échelle utilisée pour l'évaluation des items (source : Auteur)

Variable linguistique	Valeur de référence
1	Pas du tout important
2	Pas important
3	Important
4	Assez important
5	Très important
N/A	Ne sait pas / Refus de répondre

3.5 Conclusion

Maintenant que l'élaboration des questionnaires a été faite dans ce chapitre, le chapitre Chapitre 4 présentera et analysera l'ensemble des résultats obtenus lors des questionnaires Ronde 1 et 2 de l'étude Delphi, incluant tests statistiques et analyse de commentaires des répondants.

CHAPITRE 4 PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

Ce chapitre vise à présenter l'ensemble des données récoltées dans le cadre de l'étude Delphi à laquelle 17 experts en blockchain ont participé. Les données seront introduites en blocs, puis analysées juste après.

Les résultats seront présentés dans la section 4.2 puis analysés à même celle-ci.

4.1 Profil des répondants

Malgré un taux d'attrition constant au fil de l'étude, un corpus diversifié d'experts a été constitué. D'abord, le Tableau 4.1 présente le nombre de répondants ayant complété chaque étape. Les tableaux 4.1 et 4.2 présentent les répondants sous différentes caractéristiques, soit leur expérience blockchain et le secteur dans lequel ils opèrent.

Tableau 4.1 : Progression de la participation des experts invités à l'étude (source : Auteur)

Étape	Nombre d'experts	Pourcentage des experts
Invitation à participer à l'étude	42	100%
Invitation acceptée	30	71%
Signature du formulaire de consentement	21	50%
Réponse au Questionnaire Ronde 1	19	45%
Réponse au Questionnaire Ronde 2	17	40%

Tableau 4.2 : Répartition des répondants selon leur secteur et expérience (source : Auteur)

Exp (Ans) ↓ / Secteur →	Industriel	Universitaire	Total
1 – 5	5 (29,4%)	4 (23,5%)	9 (52,9%)
6 – 15	6 (35,3%)	2 (11,8%)	8 (47,1%)
Total	11 (64,7%)	6 (35,3%)	17 (100%)

On peut constater que plus de la moitié des répondants ont une expérience de cinq années ou plus dans le domaine, ce qui fournit un niveau de crédibilité suffisant compte tenu que la blockchain est

encore en émergence. De même, le panel est bien équilibré entre les intervenants de l'industrie et ceux du milieu universitaire.

Les répondants avec 1-5 années d'expérience en blockchain sont référés comme étant les « moins expérimentés », tandis que ceux avec 6-15 ans d'expérience sont libellés les « plus expérimentés ».

4.2 Résultats

Ce sous-chapitre présente l'ensemble des résultats agrégés des rondes 1 et 2 de l'étude Delphi. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux, et pour chaque section, les items sont triés par ordre décroissant de la note moyenne. Les moyennes et écarts-type de groupe sont affichés pour chaque item. Lorsque deux items ont la même moyenne, l'item avec l'écart-type le plus bas sera affiché en premier ; un écart-type plus bas désignant un meilleur consensus auprès des répondants, soit une situation favorable.

4.2.1 Ronde 1

Cette section présente les résultats agrégés de la Ronde 1, pour toutes les sections. Le point focal de cette section est qu'il n'y avait pas de consensus entre les experts lors de la Ronde 1, justifiant ainsi le besoin d'une seconde ronde. De plus, plusieurs items furent suggérés en commentaires durant cette ronde, et devaient être évalués par l'ensemble des experts. Rappelons également que pour cette partie, les répondants devaient évaluer l'importance de chacune des étapes sur une échelle de 5 points (1 : Pas du tout important ; 5 : Très important).

Note s'appliquant à l'ensemble des tableaux : Les items sont présentés par ordre décroissant de note moyenne pour l'ensemble du groupe (à n=19).

Le Tableau 4.3 présente les résultats agrégés de la Ronde 1 pour la section « Étapes ».

Tableau 4.3 : Résultats Ronde 1 pour les Étapes, tous (n=19) (source : Auteur)

Var	Étape	μ	σ
v4	AVANT : Réviser les objectifs stratégiques de l'organisation (à court, moyen, et long-terme).	4,471	0,717
v21	PENDANT : Impliquer les cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	4,235	0,831

Tableau 4.3 : Résultats Ronde 1 pour les Étapes, tous (n=19) (source : Auteur) (suite)

v5	AVANT : Cartographier l'infrastructure technologique actuelle de l'organisation.	4,176	0,951
v25	APRÈS : Valider chaque cas d'utilisation identifié auprès des cadres de l'organisation.	4,125	0,719
v7	AVANT : Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur la Blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).	4,118	0,857
v11	AVANT : Recruter des experts de la Blockchain.	4,118	1,111
v14	AVANT : Documenter les tendances en Blockchain dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les cas d'utilisation priorités par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).	4,118	0,928
v20	PENDANT : Impliquer plusieurs niveaux de gestion dans l'organisation (à la fois des cadres et non-cadres) pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	4,059	1,088
v24	APRÈS : Regrouper les cas d'utilisation identifiés qui présentent des similarités entre eux.	3,941	0,827
v6	AVANT : Identifier les forces, faiblesses, opportunités, et menaces propres à l'organisation FFOM (SWOT).	3,765	1,251
v9	AVANT : Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la Blockchain.	3,706	0,686
v16	AVANT : Documenter les tendances technologiques dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les technologies priorités par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).	3,706	0,985
v22	PENDANT : Impliquer les employés non-cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	3,647	1,272
v19	PENDANT : Identifier le plus de cas d'utilisation Blockchain possible (après s'être informé des tendances).	3,588	1,278
v12	AVANT : Recruter des experts en technologies émergentes.	3,588	0,795
v13	AVANT : Documenter les tendances en Blockchain à travers le monde (les cas d'utilisation actuellement jugés les plus prometteurs selon les experts).	3,529	0,943
v8	AVANT : Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur la Blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).	3,471	1,231
v26	APRÈS : Valider chaque cas d'utilisation identifié auprès des employés non-cadres responsables d'exécuter tout processus visé.	3,438	1,094
v27	APRÈS : Retenir un seul cas d'utilisation pour le prototypage.	3,353	1,169
v10	AVANT : Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la Blockchain.	3,176	1,074

Tableau 4.3 : Résultats Ronde 1 pour les Étapes, tous (n=19) (source : Auteur) (suite et fin)

v15	AVANT : Documenter les tendances technologiques à travers le monde (les technologies qui font actuellement le plus parler le monde des affaires).	3,176	1,074
v28	APRÈS : Retenir plusieurs cas d'utilisation pour le prototypage.	3,125	1,088
v18	PENDANT : Identifier le plus de cas d'utilisation Blockchain possible pour l'organisation (sans s'informer préalablement des tendances Blockchain).	2,000	1,225

La plupart des dix items avec les notes moyennes les plus élevées ont des écarts-types inférieurs à 1, ce qui suggère un certain degré d'accord entre les experts. Deux tendances fortes sont observées : d'abord, pour les étapes à exécuter avant d'identifier un ou plusieurs cas d'utilisation, l'analyse et la révision de l'existant de l'organisation sont généralement jugées importantes par les répondants (correspond à v4 et v5). Ensuite, à travers la phase de pré-adoption, les répondants accordent beaucoup d'importance à l'implication des employés cadres de l'organisation. Inversement, les étapes s'appliquant uniquement aux employés non-cadres de l'organisation se retrouvent davantage au bas du tableau.

Le Tableau 4.4 présente les résultats agrégés de la Ronde 1 pour la section « Critères ».

Tableau 4.4 : Résultats Ronde 1 pour les Critères, tous (n=19) (source : Auteur)

Var	Étape	μ	σ
v35	Simplicité : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être facile d'utilisation pour tout utilisateur, qu'il ait des connaissances en Blockchain ou pas.	4,467	1,125
v32	Interopérabilité : Le cas d'utilisation doit être capable de s'intégrer et de communiquer avec d'autres systèmes que l'organisation utilise déjà.	4,438	0,964
v38	Confidentialité : La solution conçue pour le cas d'utilisation ne doit pas stocker des renseignements identificatoires (<i>Personally Identifiable Information</i>).	4,067	1,163
v36	Démontrabilité : Le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de prouver sa conformité à au moins une réglementation à laquelle elle est assujettie.	4,000	1,309
v31	Évolutivité : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être capable de s'adapter à une augmentation de l'achalandage dans le temps.	3,938	1,063
v30	Disponibilité : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être accessible en tout temps (24/7).	3,750	1,291
v42	Coûts : À terme, le cas d'utilisation doit mener à des économies de coûts.	3,688	1,195

Tableau 4.4 : Résultats Ronde 1 pour les Critères, tous (n=19) (source : Auteur) (suite et fin)

v33	Impact environnemental : Le cas d'utilisation doit contribuer aux objectifs de développement durable de l'organisation (soit en réduisant sa consommation d'énergie ou ses émissions de gaz à effet de serre).	3,625	1,258
v41	Satisfaction : À terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation de la satisfaction des clients.	3,500	1,317
v37	Désintermédiation : Le cas d'utilisation doit permettre l'élimination d'au moins un intermédiaire dans le processus visé.	3,467	0,990
v40	Automatisation : Le cas d'utilisation doit impliquer l'exécution de contrats intelligents et/ou d'oracles.	3,400	1,121
v45	Rapidité : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être aussi rapide que des alternatives non-Blockchain (par exemple : une base de données SQL).	3,400	1,502
v34	Impact social : Le cas d'utilisation doit présenter des avantages à l'échelle de la société (alléger problèmes de santé, pauvreté, crime, etc.).	3,375	1,204
v44	Multipartite : Le cas d'utilisation doit impliquer plus d'un acteur externe à l'organisation.	3,250	1,483
v39	Segmentation en unités - Jetonisation (<i>Tokenization</i>) : Le cas d'utilisation doit prendre en charge la création et la gestion de jetons (<i>Tokens</i>).	3,067	1,163
v43	Revenus : À terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation des revenus.	2,875	1,088

Seuls quatre critères sur seize (25%) ont des notes moyennes supérieures au seuil prédéfini de 4,0/5,0, contrairement aux étapes, où huit parmi vingt-trois (35%) atteignent le seuil. De plus, ici, contrairement aux étapes, la plupart des dix items jugés les plus importants ont des écarts-types supérieurs à 1. Ces deux phénomènes signifieraient que les experts s'entendent moins quant à l'importance d'un critère pour suggérer la pertinence d'un cas d'utilisation. Cela pourrait être dû au fait que chaque cas d'utilisation est unique et pourrait viser différents bénéfices selon les objectifs stratégiques de l'organisation. Par ailleurs, le secteur et l'expérience des répondants pourraient également expliquer cette plus grande variété d'opinions.

Le Tableau 4.5 présente les résultats agrégés de la Ronde 1 pour la section « Conditions ».

Tableau 4.5 : Résultats Ronde 1 pour les Conditions, tous (n=19) (source : Auteur)

Var	Étape	μ	σ
v52	L'organisation possède une équipe de direction qui souhaite explorer activement l'usage de la Blockchain (en d'autres mots, la direction veut être impliquée dans le processus d'exploration de la Blockchain).	4,412	0,795
v51	L'organisation a une culture qui valorise l'innovation et l'expérimentation, et est ouverte à l'adoption de nouvelles technologies (telles que la Blockchain).	4,235	0,752
v57	L'organisation possède au moins un champion Blockchain (qui a manifesté son intérêt envers la Blockchain ET qui souhaite explorer l'utilisation de la technologie à l'interne).	3,824	1,015
v49	L'organisation possède une équipe 100% affectée à des initiatives d'innovation (recherche et développement).	3,176	1,015
v50	L'organisation possède des ressources expérimentées en Blockchain à l'interne.	3,176	1,334
v47	L'organisation possède un bureau de transformation numérique (Transformation Office).	3,059	1,478
v54	L'organisation a été approchée par au moins un partenaire qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la Blockchain.	3,059	1,197
v56	Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il utilisait désormais la Blockchain.	2,941	1,249
v55	Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il explorait actuellement la Blockchain.	2,882	1,111
v53	L'organisation a été approchée par au moins un client qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la Blockchain.	2,647	1,222
v48	L'organisation emploie la méthodologie agile dans ses projets.	2,600	1,352

Encore moins de conditions atteignent le seuil de 4,0/5,0 (deux sur onze, ou 18%), comparativement aux étapes (35%) et aux critères (25%). Encore une fois, cela pourrait être dû au fait qu'il n'existe peu ou pas de conditions suggérant qu'une organisation est prête à adopter la blockchain, sans égard à sa structure. L'expérience et le secteur des répondants pourraient à nouveau être en cause. Enfin, la corrélation négative entre la moyenne et l'écart-type semble davantage prononcée : seuls les deux conditions ayant des notes moyennes supérieures à 4,0/5,0 ont des écarts-types inférieurs à 1.

4.2.2 Ronde 2

Tel que mentionné au chapitre 3.2, le questionnaire Ronde 2 a été conçu à la suite de l'analyse des résultats du questionnaire Ronde 1. L'analyse des commentaires de celui-ci a permis d'identifier des items jugés importants par les répondants qui n'avaient pas été relevés lors de la revue de littérature.

Les nouveaux items suggérés par les répondants sont :

Étapes avant :

- Identifier les bénéfices que l'organisation attend de la blockchain.
- S'assurer d'un alignement stratégique entre la blockchain et les objectifs organisationnels
- Mettre sur pied et former l'équipe qui va piloter le futur projet blockchain.
- Cartographier l'architecture organisationnelle (ensemble des processus, gouvernance, etc.)
- Déterminer si l'organisation suit le marché dans son exploration de la blockchain

Étapes pendant : N/A

Étapes après : N/A

Critères :

- Mission : le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de mieux poursuivre sa mission

Conditions :

- Au moins un membre du conseil d'administration de l'organisation lui a conseillé ou demandé d'explorer la blockchain

Dans cette section, seuls les résultats de la Ronde 2 (le dernier questionnaire envoyé aux experts) seront présentés. Cela est fait dans le but d'alléger le texte, et car la principale différence entre les deux Rondes est une diminution de la variance pour la plupart des items évalués.

Pour chacun des items évalués, les métriques d'intérêt qui ont été calculés sont la moyenne et l'écart-type.

Note s'appliquant à l'ensemble des tableaux de la section : Les items sont présentés par ordre décroissant de note moyenne pour l'ensemble du groupe (à n=17). Les items en gras furent

introduits à la Ronde 2 (car suggérés par des répondants en commentaires lors de la Ronde 1). Aucune analyse comparative n'a été faite en fonction de la langue dans laquelle le répondant a complété le questionnaire.

4.2.2.1 Étapes

Trois regroupements furent créés pour la portion « étapes avant », tel que le démontre le Tableau 4.6 :

Tableau 4.6 : Regroupements pour la section "Étapes avant" (source : Auteur)

ID	Nom	Description
A	Analyse organisationnelle et stratégique	Comprendre l'état actuel de l'organisation afin de mieux définir comment la blockchain pourrait s'y intégrer
B	Formation d'équipe et renforcement des capacités	- Former les ressources déjà à l'embauche de l'organisation - Recruter des ressources avec une expertise en blockchain
C	Veille technologique et sectorielle	- Étudier le paysage global de la blockchain et des technologies émergentes - Définir les synergies potentielles entre la blockchain et d'autres technologies envisagées ou déjà utilisées par l'organisation

Le Tableau 4.7 à la page suivante présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Étapes avant », sans tests significatifs.

Tableau 4.7 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, tous (n=17) (source : Auteur)

Var (ID)	Étape	μ	σ
v61 (A)	Identifier les bénéfices que l'organisation attend de la blockchain.	4,706	0,588
v63 (A)	S'assurer d'un alignement stratégique entre la blockchain et les objectifs organisationnels.	4,706	0,686
v62 (B)	Mettre sur pied et former l'équipe qui va piloter le futur projet blockchain.	4,471	0,624
v59 (A)	Cartographier l'architecture organisationnelle (ensemble des processus, gouvernance, etc.)	4,412	0,870

Tableau 4.7 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, tous (n=17) (source : Auteur) (suite et fin)

v11 (B)	Recruter des experts de la Blockchain.	4,412	0,712
v4 (A)	Réviser les objectifs stratégiques de l'organisation (à court, moyen, et long-terme).	4,294	0,772
v5 (A)	Cartographier l'infrastructure technologique actuelle de l'organisation.	4,176	0,728
v14 (C)	Documenter les tendances en Blockchain dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les cas d'utilisation priorités par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).	4,118	0,857
v7 (B)	Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur la Blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).	4,059	0,899
v6 (A)	Identifier les forces, faiblesses, opportunités, et menaces propres à l'organisation FFOM (SWOT).	3,882	0,928
v9 (B)	Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la Blockchain.	3,588	0,870
v12 (B)	Recruter des experts en technologies émergentes.	3,588	1,004
v16 (C)	Documenter les tendances technologiques dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les technologies priorités par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).	3,588	0,939
v13 (C)	Documenter les tendances en Blockchain à travers le monde (les cas d'utilisation actuellement jugés les plus prometteurs selon les experts).	3,471	0,874
v8 (B)	Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur la Blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites)	3,412	1,176
v60 (A)	Déterminer si l'organisation suit le marché dans son exploration de la blockchain.	3,353	1,115
v10 (B)	Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la Blockchain.	3,000	1,000
v15 (C)	Documenter les tendances technologiques à travers le monde (les technologies qui font actuellement le plus parler le monde des affaires).	3,000	0,866

Les items avec les notes moyennes les plus élevées se rattachent majoritairement aux regroupements A (Analyse organisationnelle et stratégique) et B (Formation et renforcement d'équipe). Dans l'ensemble, les items du regroupement C (Veille technologique et sectorielle) obtient des scores moyens entre la 8^e et 14^e position : la recherche de tendances blockchain est plus préconisée que celle de tendances en technologies émergentes, moins directement relié à la blockchain. De plus, la formation en blockchain et en technologies émergentes semble être davantage importante auprès des cadres (v7 avec 4,059 et v9 avec 3,588) qu'auprès des non-cadres (v8 avec 3,412 et v10 avec 3,000).

Quatre des cinq nouveaux items, soit ceux recommandés par les participants lors de la première ronde et introduits dans la seconde ronde, ont obtenu les scores les plus élevés dans cette section. De plus, ce sont des items qui possèdent les écarts-types les plus faibles du lot. Il est possible que cette situation résulte de la tendance à éviter de contredire les suggestions d'autrui, ce qui pourrait également expliquer pourquoi la variabilité des scores a diminué entre les deux phases.

On remarque, dans l'ensemble, que les écart-types sont majoritairement inférieurs à 1 (soit, relativement bas) à l'exception de v8 et v60.

Enfin, un fait intéressant à noter est qu'en moyenne, et peu importe son regroupement, l'écart-type et la moyenne d'un item sont négativement corrélés : en d'autres mots, plus la moyenne est haute, plus l'écart-type est bas. Cela pourrait être dû au fait que les étapes avec un écart-type plus élevé pourraient causer plus de division chez les experts en fonction du domaine d'expérience des experts (industriel VS universitaire) ou même le nombre d'années d'expérience de ceux-ci. C'est ce que les deux tableaux suivants serviront à évaluer.

Le

Tableau 4.8 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Étapes avant », avec tests significatifs selon l'expérience des répondants.

À titre de rappel, la valeur p (« p » dans les tableaux ci-bas) indique la probabilité que des données aient pu se produire sous l'hypothèse nulle. Elle est trouvée en calculant la probabilité de la statistique de test, soit le nombre calculé par un test statistique utilisant ces données (Scribbr, 2023).

Tableau 4.8 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon l'expérience (source : Auteur)

Var (ID)		Moins expér.		Plus expér.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=9		n=8		
v61 (A)	Identifier les bénéfices que l'organisation attend de la blockchain.	4,889	0,333	4,500	0,756	0,370
v63 (A)	S'assurer d'un alignement stratégique entre la blockchain et les objectifs organisationnels.	5,000	0,000	4,375	0,916	0,200
v62 (B)	Mettre sur pied et former l'équipe qui va piloter le futur projet blockchain.	4,556	0,527	4,375	0,744	0,743
v59 (A)	Cartographier l'architecture organisationnelle (ensemble des processus, gouvernance, etc.)	4,556	0,726	4,250	1,035	0,673
v11 (B)	Recruter des experts de la Blockchain.	4,667	0,500	4,125	0,835	0,200
v4 (A)	Réviser les objectifs stratégiques de l'organisation (à court, moyen, et long-terme).	4,222	0,833	4,375	0,744	0,743
v5 (A)	Cartographier l'infrastructure technologique actuelle de l'organisation.	4,111	0,782	4,250	0,707	0,743
v14 (C)	Documenter les tendances en Blockchain dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les cas d'utilisation priorités par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).	4,444	0,527	3,750	1,035	0,167
v7 (B)	Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur la Blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).	4,111	0,928	4,000	0,926	0,815
v6 (A)	Identifier les forces, faiblesses, opportunités, et menaces propres à l'organisation FFOM (SWOT).	3,778	0,833	4,000	1,069	0,541
v9 (B)	Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la Blockchain.	3,333	0,707	3,875	0,991	0,200
v12 (B)	Recruter des experts en technologies émergentes.	3,667	1,000	3,500	1,069	0,963
v16 (C)	Documenter les tendances technologiques dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les technologies priorités par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).	3,889	0,928	3,250	0,886	0,200

Tableau 4.8 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon l'expérience (source : Auteur) (suite et fin)

v13 (C)	Documenter les tendances en Blockchain à travers le monde (les cas d'utilisation actuellement jugés les plus prometteurs selon les experts).	3,778	0,667	3,125	0,991	0,139
v8 (B)	Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur la Blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).	3,333	1,414	3,500	0,926	0,888
v60 (A)	Déterminer si l'organisation suit le marché dans son exploration de la blockchain.	3,556	1,130	3,125	1,126	0,481
v10 (B)	Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la Blockchain.	2,889	1,054	3,125	0,991	0,673
v15 (C)	Documenter les tendances technologiques à travers le monde (les technologies qui font actuellement le plus parler le monde des affaires).	3,000	0,866	3,000	0,926	0,963
v61 (A)	Identifier les bénéfices que l'organisation attend de la blockchain.	4,889	0,333	4,500	0,756	0,370

Les répondants plus expérimentés en blockchain ont en moyenne attribué des notes plus basses aux cinq items les plus populaires par rapport aux moins expérimentés. Cela pourrait être dû au fait que l'expérience permet de mieux comprendre la complexité organisationnelle autour de l'adoption de la technologie blockchain, causant une certaine prudence et mise en garde. La différence la plus marquée est au niveau de l'étape « Documenter les tendances en Blockchain dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les cas d'utilisation priorisés par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires). » (v14). D'autre part, l'ensemble des items du regroupement C (« Veille technologique et sectorielle ») ont été notés plus faiblement ou identiquement par les experts plus expérimentés. Le même phénomène est observé auprès des 5 items introduits lors de la Ronde 1 (voir section 4.2.1). D'une part, cela pourrait signifier que l'expérience a permis aux experts de réaliser que la pré-adoption de la blockchain doit se concentrer d'abord et avant sur l'organisation, sans se préoccuper davantage de ce qui se passe sur le marché. Quant aux nouveaux items, cela pourrait être dû à une raison potentielle évoquée lors de l'analyse du tableau précédent : il est possible que les experts moins expérimentés voudraient éviter de contredire les suggestions et opinions d'autres experts qui pourraient avoir plus de connaissances qu'eux.

Cependant, aucune des différences entre les deux groupes n'est statistiquement significative, les valeurs-p étant toutes supérieures à 0,05. Cela suggère ainsi que l'importance moyenne des étapes peu importe le niveau d'expérience des répondants semble équivalente. Le prochain tableau s'intéresse à la différence des moyennes selon le secteur des répondants et pourrait présenter un portrait différent.

Le Tableau 4.9 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Étapes avant », avec tests significatifs selon le secteur des répondants.

Tableau 4.9 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon le secteur (source : Auteur)

Var (ID)		Indus.		Univ.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=11		n=6		
v61 (A)	Identifier les bénéfices que l'organisation attend de la blockchain.	4,546	0,688	5,000	0,000	0,256
v63 (A)	S'assurer d'un alignement stratégique entre la blockchain et les objectifs organisationnels.	4,546	0,820	5,000	0,000	0,404
v62 (B)	Mettre sur pied et former l'équipe qui va piloter le futur projet blockchain.	4,273	0,647	4,833	0,408	0,122
v59 (A)	Cartographier l'architecture organisationnelle (ensemble des processus, gouvernance, etc.)	4,273	0,905	4,667	0,817	0,404
v11 (B)	Recruter des experts de la Blockchain.	4,364	0,674	4,500	0,837	0,660
v4 (A)	Réviser les objectifs stratégiques de l'organisation (à court, moyen, et long-terme).	4,364	0,809	4,167	0,753	0,591
v5 (A)	Cartographier l'infrastructure technologique actuelle de l'organisation.	4,091	0,701	4,333	0,817	0,525
v14 (C)	Documenter les tendances en Blockchain dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les cas d'utilisation priorités par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).	3,909	0,831	4,500	0,837	0,180
v7 (B)	Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur la Blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).	3,909	1,046	4,333	0,516	0,591

Tableau 4.9 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter avant de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon le secteur (source : Auteur) (suite et fin)

v6 (A)	Identifier les forces, faiblesses, opportunités, et menaces propres à l'organisation FFOM (SWOT).	3,546	0,820	4,500	0,837	0,048
v9 (B)	Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la Blockchain.	3,546	1,036	3,667	0,516	0,884
v12 (B)	Recruter des experts en technologies émergentes.	3,636	1,027	3,500	1,049	0,600
v16 (C)	Documenter les tendances technologiques dans le secteur dans lequel l'organisation opère (les technologies priorisées par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).	3,364	1,027	4,000	0,633	0,256
v13 (C)	Documenter les tendances en Blockchain à travers le monde (les cas d'utilisation actuellement jugés les plus prometteurs selon les experts).	3,273	0,905	3,833	0,753	0,256
v8 (B)	Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur la Blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).	3,273	1,421	3,667	0,516	0,808
v60 (A)	Déterminer si l'organisation suit le marché dans son exploration de la blockchain.	3,182	1,168	3,667	1,033	0,404
v10 (B)	Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la Blockchain.	2,909	0,944	3,167	1,169	0,525
v15 (C)	Documenter les tendances technologiques à travers le monde (les technologies qui font actuellement le plus parler le monde des affaires).	2,818	0,982	3,333	0,516	0,404

Pour l'ensemble des items à l'exception de v4 et v12, les répondants œuvrant au sein du secteur académique présentent des notes moyennes supérieures à celles des répondants du secteur industriel. Un seul item présente une différence de moyenne statistiquement significative entre les deux groupes, soit « Identifier les forces, faiblesses, opportunités, et menaces propres à l'organisation FFOM (SWOT). » (v6). Il s'agit d'ailleurs d'un item que les répondants universitaires ont répondu supérieurement comparé aux répondants industriels (4,500 vs 3,5455). Pour tous les autres items, les différences ne sont pas statistiquement significatives. Or, l'item v6 fait partie du regroupement A « Analyse organisationnelle et stratégique », et les répondants universitaires le trouvent significativement plus important que les répondants industriels.

Cependant, une mise en garde importante doit être faite quant à cette analyse comparative : le groupe de répondants universitaires est presque deux fois moins nombreux que les répondants travaillant en industrie (soit, six contre onze).

Étant donné le faible nombre d'items sous la section « Étapes à exécuter au moment de générer un ou plusieurs cas d'utilisation », aucun regroupement n'a été fait.

Le Tableau 4.10 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Étapes pendant », sans tests significatifs.

Tableau 4.10 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter au moment de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, tous (source : Auteur)

Var	Étape	μ	σ
v21	Impliquer les cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	4,235	0,970
v20	Impliquer plusieurs niveaux de gestion dans l'organisation (à la fois des cadres et non-cadres) pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	4,059	1,197
v22	Impliquer les employés non-cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	3,647	1,057
v19	Identifier le plus de cas d'utilisation Blockchain possible (après s'être informé des tendances).	3,353	0,931
v18	Identifier le plus de cas d'utilisation Blockchain possible pour l'organisation (sans s'informer préalablement des tendances Blockchain).	2,176	1,334

Cette section s'intéresse d'abord au « Quand » (v18 et v19) ainsi qu'au « Qui » (v20 à v22) de la phase d'identification de cas d'utilisation blockchain. À s'en fier aux résultats, les employés cadres d'une organisation devraient toujours être impliqués dans l'identification de cas d'utilisation, l'item v21 récoltant la note moyenne la plus élevée de toute la section ; l'implication à la fois de cadres et non-cadres possède une moyenne inférieure et l'implication de non-cadres uniquement, une note encore plus basse. Intéressamment, la portion « Quand » possède des notes moyennes plus basses que la portion « Qui » ; cependant, les experts semblent préférer largement l'identification de cas d'utilisation blockchain après s'être informé des tendances. Pourtant, dans la section précédentes (« Étapes avant »), les items faisant référence à la tendance de recherche blockchain (v13 et v14) ne se sont hissés qu'en huitième et quatorzième position.

Enfin, sur trois des cinq items de cette section (soit v18, v20 et v22), les experts semblent avoir une opinion du degré d'importance plus divergente (les écarts-type étant supérieurs à 1).

Les tableaux suivants s'intéresseront aux tests comparatifs entre groupes (incluant des tests significatifs).

Le Tableau 4.11 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Étapes avant », avec tests significatifs selon l'expérience des répondants.

Tableau 4.11 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter au moment de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon l'expérience (source : Auteur)

Var		Moins expér.		Plus expér.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=9		n=8		
v21	Impliquer les cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	4,333	0,500	4,125	1,356	0,815
v20	Impliquer plusieurs niveaux de gestion dans l'organisation (à la fois des cadres et non-cadres) pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	4,000	1,000	4,125	1,458	0,541
v22	Impliquer les employés non-cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	4,000	0,866	3,250	1,165	0,200
v19	Identifier le plus de cas d'utilisation Blockchain possible (après s'être informé des tendances).	3,222	0,972	3,500	0,926	0,541
v18	Identifier le plus de cas d'utilisation Blockchain possible pour l'organisation (sans s'informer préalablement des tendances Blockchain).	2,000	1,323	2,375	1,408	0,541

Les résultats sont assez semblables entre les deux groupes. De plus, aucune des différences de moyennes n'est significative. Ainsi, il est impossible, avec les données actuelles, d'affirmer que le nombre d'années d'expérience en blockchain affecte significativement la perception de l'importance de ces items chez les experts blockchain.

Le Tableau 4.12 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Étapes pendant », avec tests significatifs selon le secteur des répondants.

Tableau 4.12 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter au moment de générer un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon le secteur (source : Auteur)

Var		Indus.		Univ.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=11		n=6		
v21	Impliquer les cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	4,182	1,168	4,333	0,516	0,884
v20	Impliquer plusieurs niveaux de gestion dans l'organisation (à la fois des cadres et non-cadres) pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	4,273	1,191	3,667	1,211	0,301
v22	Impliquer les employés non-cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation Blockchain.	3,545	1,214	3,833	0,753	0,660
v19	Identifier le plus de cas d'utilisation Blockchain possible (après s'être informé des tendances).	3,273	0,905	3,500	1,049	0,660
v18	Identifier le plus de cas d'utilisation Blockchain possible pour l'organisation (sans s'informer préalablement des tendances Blockchain).	2,182	1,250	2,167	1,602	0,808

Les résultats sont assez semblables entre les deux groupes. De plus, aucune des différences de moyennes n'est significative ; en effet, les valeurs-p sont encore plus élevées que dans le test précédent. Bien que non-significative, la différence la plus marquée se trouve au niveau de l'item « Impliquer plusieurs niveaux de gestion dans l'organisation (à la fois des cadres et non-cadres) pour identifier des cas d'utilisation Blockchain. » (v20) : en moyenne, les répondants du secteur industriel y sont plus en accord que les répondants universitaires (3,667 et 4,273).

Étant donné le faible nombre d'items sous la section « Étapes à exécuter après avoir généré un ou plusieurs cas d'utilisation », aucun regroupement n'a été fait.

Le Tableau 4.13 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Étapes après », sans tests significatifs.

Tableau 4.13 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter après avoir généré un ou plusieurs cas d'utilisation, tous (source : Auteur)

Var	Étape	μ	σ
v25	Valider chaque cas d'utilisation identifié auprès des cadres de l'organisation.	4,059	0,659
v24	Regrouper les cas d'utilisation identifiés qui présentent des similarités entre eux.	3,941	0,827
v27	Retenir un seul cas d'utilisation pour le prototypage.	3,765	1,033
v26	Valider chaque cas d'utilisation identifié auprès des employés non-cadres responsables d'exécuter tout processus visé.	3,471	1,007
v28	Retenir plusieurs cas d'utilisation pour le prototypage.	3,353	0,932

Encore une fois, l'implication des employés cadres de l'organisation est soulignée comme étant très importante pour l'ensemble des répondants, l'item v25 possédant la note moyenne la plus élevée et l'écart-type le plus bas. L'item v26, l'équivalent de v25 mais pour les employés non-cadres, possède une note moyenne plus faible de presque 0,5 point (3,4706 et 4,059). Enfin, les répondants semblent trouver préférable, en moyenne, de retenir un seul cas d'utilisation à plusieurs, v27 étant légèrement mieux noté que v28.

Les tableaux suivants s'intéresseront aux tests significatifs pour la même section d'items.

Le Tableau 4.14 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Étapes après », avec tests significatifs selon l'expérience des répondants.

Tableau 4.14 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter après avoir généré un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon l'expérience (source : Auteur)

Var		Moins expér.		Plus expér.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=9		n=8		
v25	Valider chaque cas d'utilisation identifié auprès des cadres de l'organisation.	4,000	0,500	4,125	0,835	0,743
v24	Regrouper les cas d'utilisation identifiés qui présentent des similarités entre eux.	3,778	0,667	4,125	0,991	0,277
v27	Retenir un seul cas d'utilisation pour le prototypage.	3,778	1,202	3,750	0,886	0,815
v26	Valider chaque cas d'utilisation identifié auprès des employés non-cadres responsables d'exécuter tout processus visé.	3,667	0,866	3,250	1,165	0,606
v28	Retenir plusieurs cas d'utilisation pour le prototypage.	3,333	1,000	3,375	0,916	0,888

Les résultats sont assez semblables entre les deux groupes et dans l'ensemble, à l'excrétion d'un item, les écarts-type sont bas (inférieurs ou égaux à 1). De plus, aucune des différences de moyennes n'est significative. Ainsi, il est impossible, avec les données actuelles, d'affirmer que le nombre d'années d'expérience en blockchain affecte significativement la perception de l'importance de ces items chez les experts blockchain.

Le Tableau 4.15 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Étapes avant », avec tests significatifs selon le secteur des répondants.

Tableau 4.15 : Résultats finaux pour les Étapes à exécuter après avoir généré un ou plusieurs cas d'utilisation, segmentation selon le secteur (source : Auteur)

Var		Indus.		Univ.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=11		n=6		
v25	Valider chaque cas d'utilisation identifié auprès des cadres de l'organisation.	4,000	0,775	4,167	0,408	0,733
v24	Regrouper les cas d'utilisation identifiés qui présentent des similarités entre eux.	3,909	0,944	4,000	0,632	0,961
v27	Retenir un seul cas d'utilisation pour le prototypage.	3,909	1,044	3,500	1,049	0,404
v26	Valider chaque cas d'utilisation identifié auprès des employés non-cadres responsables d'exécuter tout processus visé.	3,455	1,214	3,500	0,548	0,884
v28	Retenir plusieurs cas d'utilisation pour le prototypage.	3,364	1,027	3,333	0,816	0,961

Les résultats sont assez semblables entre les deux groupes. De plus, aucune des différences de moyennes n'est significative. Ainsi, il est impossible, avec les données actuelles, d'affirmer que le nombre d'années d'expérience en blockchain affecte significativement la perception de l'importance de ces items chez les experts blockchain. La différence de moyennes la plus élevée est au niveau de l'item « Retenir un seul cas d'utilisation pour le prototypage » (v27), les répondants du secteur industriel y ayant donné environ 0,4 point de plus que les répondants universitaires (3,909 et 3,500). Si la différence était significative, cela pourrait permettre de suggérer que les répondants universitaires accordent moins d'importance au nombre de cas d'utilisation retenus pour prototypage que les répondants industriels (notamment, car les répondants industriels ont de l'expérience terrain avec l'impact de la retenue de plusieurs cas d'utilisation sur les chances de succès d'une initiative blockchain).

Conclusion : Dans l'ensemble, il n'existe pas de différences significatives entre les segmentations de répondants. L'implication des employés cadres de l'organisation est essentielle à toute étape du processus de pré-adoption de la blockchain.

4.2.2.2 Critères

Deux regroupements furent créés pour la portion « Critères », tel que le démontre le Tableau 4.16 :

Tableau 4.16 : Regroupements pour la section "Critères" (source : Auteur)

ID	Regroupement	Description
A	Critères techniques et fonctionnels	Critères s'intéressant aux caractéristiques du cas d'utilisation et aux spécificités de la solution blockchain le rendant possible.
B	Critères d'impacts et de résultats	Critères s'intéressant aux impacts que le cas d'utilisation pourrait avoir sur l'environnement interne et externe de l'organisation.

Le Tableau 4.17 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Critères », sans tests significatifs.

Tableau 4.17 : Résultats finaux pour les critères pour évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux, tous (source : Auteur)

Var (ID)	Critère	μ	σ
v35 (A)	Simplicité : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être facile d'utilisation pour tout utilisateur, qu'il ait des connaissances en Blockchain ou pas.	4,533	0,743
v32 (A)	Interopérabilité : Le cas d'utilisation doit être capable de s'intégrer et de communiquer avec d'autres systèmes que l'organisation utilise déjà.	4,500	0,730
v38 (A)	Confidentialité : La solution conçue pour le cas d'utilisation ne doit pas stocker des renseignements identificatoires (<i>Personally Identifiable Information</i>).	4,133	1,060
v64 (B)	Mission : Le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de mieux poursuivre sa mission.	4,059	0,827
v31 (A)	Évolutivité : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être capable de s'adapter à une augmentation de l'achalandage dans le temps.	3,813	0,981
v36 (A)	Démontrabilité : Le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de prouver sa conformité à au moins une réglementation à laquelle elle est assujettie.	3,733	1,100

Tableau 4.17 : Résultats finaux pour les critères pour évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux, tous (source : Auteur) (suite et fin)

v30 (A)	Disponibilité : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être accessible en tout temps (24/7).	3,688	1,302
v37 (B)	Désintermédiation : Le cas d'utilisation doit permettre l'élimination d'au moins un intermédiaire dans le processus visé.	3,600	0,986
v33 (B)	Impact environnemental : Le cas d'utilisation doit contribuer aux objectifs de développement durable de l'organisation (soit en réduisant sa consommation d'énergie ou ses émissions de gaz à effet de serre).	3,563	1,209
v40 (A)	Automatisation : Le cas d'utilisation doit impliquer l'exécution de contrats intelligents et/ou d'oracles.	3,533	0,990
v42 (B)	Coûts : À terme, le cas d'utilisation doit mener à des économies de coûts.	3,500	0,894
v45 (A)	Rapidité : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être aussi rapide que des alternatives non-Blockchain (par exemple : une base de données SQL).	3,467	1,246
v41 (B)	Satisfaction : À terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation de la satisfaction des clients.	3,438	1,094
v44 (A)	Multipartite : Le cas d'utilisation doit impliquer plus d'un acteur externe à l'organisation.	3,438	1,413
v34 (B)	Impact social : Le cas d'utilisation doit présenter des avantages à l'échelle de la société (alléger problèmes de santé, pauvreté, crime, etc.).	3,313	0,946
v39 (A)	Segmentation en unités - Jetonisation (<i>Tokenization</i>) : Le cas d'utilisation doit prendre en charge la création et la gestion de jetons (<i>Tokens</i>).	3,067	1,163
v43 (B)	Revenus : À terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation des revenus.	3,063	0,854

Plusieurs trouvailles peuvent être tirées de cette section : D'abord, l'item « Simplicité » (v35) possède la note moyenne la plus élevée et l'écart-type le plus bas, suggérant qu'un consensus existe auprès des répondants quant à l'importance d'utiliser ce critère pour comparer des cas d'utilisation blockchain entre eux.

D'autre part, le seul item du regroupement B (Critères d'impacts et de résultats) se trouvant parmi le top cinq est « Mission » (v64), qui a été mentionné en commentaire par un répondant lors de la Ronde 1 et introduit à la Ronde 2. Fait surprenant, les répondants semblent accorder une importance moindre quant à l'impact d'un cas d'utilisation blockchain sur la profitabilité d'une organisation, les items v42 et v43 se classant aux 7^e et 1^{er} rangs les plus bas, respectivement. Cependant, il serait

difficile de s'imaginer qu'une organisation serait prête à considérer sérieusement l'exploitation d'un cas d'utilisation ne présentant aucun retour sur investissement possible, d'autant que les technologies sont généralement vues comme un moteur de productivité organisationnelle. Enfin, une disparité est présente auprès de huit des 17 items de la section, leurs écarts-type étant ont des écart-types supérieur à 1, signifiant ainsi que les répondants ne cotent pas l'importance de façon homogène.

Enfin, le fait que l'item « Segmentation en unités – Jetonisation (*Tokenization*) » (v39) possède la 2^e note moyenne la plus basse semble indiquer que, selon les experts, un cas d'utilisation de blockchain ne doit pas nécessairement inclure des jetons de quelque nature que ce soit. Cette tendance semble témoigner de l'évolution du secteur de la blockchain depuis l'émergence des cryptomonnaies avec Bitcoin. Il aurait été intéressant d'effectuer une analyse longitudinale de l'importance perçue de ce critère : au début de l'ère blockchain, la jetonisation aurait probablement été considérée comme un élément clé de toute application de blockchain. Cette hypothèse souligne à quel point la technologie blockchain s'est diversifiée et a évolué. En somme, c'est une démonstration que les applications de blockchain se sont désormais étendues bien au-delà du cadre des cryptomonnaies. Cependant, l'écart-type est relativement élevé (1,163), car supérieur à 1.

Les tableaux suivants s'intéresseront aux tests significatifs pour la même section d'items.

Le Tableau 4.18 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Critères », avec tests significatifs selon l'expérience des répondants.

Tableau 4.18 : Résultats finaux pour les critères pour évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux, segmentation selon l'expérience (source : Auteur)

Var (ID)		Moins expér.		Plus expér.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=9		n=8		
v35 (A)	Simplicité : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être facile d'utilisation pour tout utilisateur, qu'il ait des connaissances en Blockchain ou pas.	4,429	0,787	4,625	0,744	0,613
v32 (A)	Interopérabilité : Le cas d'utilisation doit être capable de s'intégrer et de communiquer avec d'autres systèmes que l'organisation utilise déjà.	4,750	0,463	4,250	0,886	0,328
v38 (A)	Confidentialité : La solution conçue pour le cas d'utilisation ne doit pas stocker des renseignements identificatoires (<i>Personally Identifiable Information</i>).	4,000	1,000	4,250	1,165	0,613
v64 (B)	Mission : Le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de mieux poursuivre sa mission.	4,222	0,833	3,875	0,835	0,423
v31 (A)	Évolutivité : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être capable de s'adapter à une augmentation de l'achalandage dans le temps.	4,000	0,756	3,625	1,188	0,645
v36 (A)	Démontrabilité : Le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de prouver sa conformité à au moins une réglementation à laquelle elle est assujettie.	4,000	0,816	3,500	1,309	0,536
v30 (A)	Disponibilité : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être accessible en tout temps (24/7).	3,500	1,309	3,875	1,356	0,574
v37 (B)	Désintermédiation : Le cas d'utilisation doit permettre l'élimination d'au moins un intermédiaire dans le processus visé.	3,571	0,976	3,625	1,061	0,955
v33 (B)	Impact environnemental : Le cas d'utilisation doit contribuer aux objectifs de développement durable de l'organisation (soit en réduisant sa consommation d'énergie ou ses émissions de gaz à effet de serre).	4,000	0,926	3,125	1,356	0,234
v40 (A)	Automatisation : Le cas d'utilisation doit impliquer l'exécution de contrats intelligents et/ou d'oracles.	4,000	0,816	3,125	0,991	0,094
v42 (B)	Coûts : À terme, le cas d'utilisation doit mener à des économies de coûts.	3,750	0,707	3,250	1,035	0,328

Tableau 4.18 : Résultats finaux pour les critères pour évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux, segmentation selon l'expérience (source : Auteur) (suite et fin)

v45 (A)	Rapidité : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être aussi rapide que des alternatives non-Blockchain (par exemple : une base de données SQL).	4,000	0,816	3,000	1,414	0,152
v41 (B)	Satisfaction : À terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation de la satisfaction des clients.	3,750	0,886	3,125	1,246	0,382
v44 (A)	Multipartite : Le cas d'utilisation doit impliquer plus d'un acteur externe à l'organisation.	4,000	0,926	2,875	1,642	0,161
v34 (B)	Impact social : Le cas d'utilisation doit présenter des avantages à l'échelle de la société (alléger problèmes de santé, pauvreté, crime, etc.).	3,250	0,886	3,375	1,061	0,798
v39 (A)	Segmentation en unités - Jetonisation (<i>Tokenization</i>) : Le cas d'utilisation doit prendre en charge la création et la gestion de jetons (<i>Tokens</i>).	3,143	1,069	3,000	1,309	0,694
v43 (B)	Revenus : À terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation des revenus.	3,375	0,916	2,750	0,707	0,195

Seul l'item « Automatisation » (v40) présente une différence de moyennes significative (0,0940 avec un seuil de 10%) entre les deux groupes, les répondants avec moins expérimentés y attribuant en moyenne 0,875 point de plus (4,000 vs 3,125) que les répondants plus expérimentés.

De plus, dans l'ensemble, les répondants plus expérimentés ont attribué des notes plus faibles aux items par rapport aux répondants moins expérimentés (12 items sur 17). Cela pourrait être dû au fait que ces répondants ont vu une plus grande variété de projets et cas d'utilisation, ce qui rend plus difficile l'identification de critères devant être présents en tout temps pour évaluer des cas d'utilisation blockchain entre eux.

Enfin, pour tous les items sauf v35 et v43, l'écart-type est plus élevé chez les répondants expérimentés que chez les répondants moins expérimentés. La raison derrière ce constat pourrait être la même que pour le paragraphe précédent : les répondants plus expérimentés ont probablement eu une plus grande diversité d'expérience en blockchain, et ainsi une meilleure compréhension de la complexité et nuances rattachées aux cas d'utilisation blockchain.

Le Tableau 4.19 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Critères », avec tests significatifs selon le secteur des répondants.

Tableau 4.19 : Résultats finaux pour les critères pour évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux, segmentation selon le secteur (source : Auteur)

Var (ID)		Indus.		Univ.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=11		n=6		
v35 (A)	Simplicité : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être facile d'utilisation pour tout utilisateur, qu'il ait des connaissances en Blockchain ou pas.	4,600	0,699	4,400	0,894	0,768
v32 (A)	Interopérabilité : Le cas d'utilisation doit être capable de s'intégrer et de communiquer avec d'autres systèmes que l'organisation utilise déjà.	4,300	0,823	4,833	0,408	0,263
v38 (A)	Confidentialité : La solution conçue pour le cas d'utilisation ne doit pas stocker des renseignements identificatoires (<i>Personally Identifiable Information</i>).	3,900	1,101	4,600	0,894	0,254
v64 (B)	Mission : Le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de mieux poursuivre sa mission.	4,000	1,000	4,167	0,408	0,808
v31 (A)	Évolutivité : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être capable de s'adapter à une augmentation de l'achalandage dans le temps.	4,000	1,054	3,500	0,837	0,313
v36 (A)	Démontrabilité : Le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de prouver sa conformité à au moins une réglementation à laquelle elle est assujettie.	3,400	1,075	4,400	0,894	0,099
v30 (A)	Disponibilité : Le système conçu pour le cas d'utilisation doit être accessible en tout temps (24/7).	3,700	1,252	3,667	1,506	1,000
v37 (B)	Désintermédiation : Le cas d'utilisation doit permettre l'élimination d'au moins un intermédiaire dans le processus visé.	3,600	0,843	3,600	1,342	0,953
v33 (B)	Impact environnemental : Le cas d'utilisation doit contribuer aux objectifs de développement durable de l'organisation (soit en réduisant sa consommation d'énergie ou ses émissions de gaz à effet de serre).	3,500	1,269	3,667	1,211	0,875
v40 (A)	Automatisation : Le cas d'utilisation doit impliquer l'exécution de contrats intelligents et/ou d'oracles.	3,400	0,843	3,800	1,304	0,513
v42 (B)	Coûts : À terme, le cas d'utilisation doit mener à des économies de coûts.	3,200	0,789	4,000	0,894	0,147

Tableau 4.19 : Résultats finaux pour les critères pour évaluer divers cas d'utilisation blockchain entre eux, segmentation selon le secteur (source : Auteur) (suite et fin)

v45 (A)	Rapidité : La solution conçue pour le cas d'utilisation doit être aussi rapide que des alternatives non-Blockchain (par exemple : une base de données SQL).	3,300	1,252	3,800	1,304	0,513
v41 (B)	Satisfaction : À terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation de la satisfaction des clients.	3,300	1,252	3,667	0,816	0,635
v44 (A)	Multipartite : Le cas d'utilisation doit impliquer plus d'un acteur externe à l'organisation.	3,300	1,337	3,667	1,633	0,562
v34 (B)	Impact social : Le cas d'utilisation doit présenter des avantages à l'échelle de la société (alléger problèmes de santé, pauvreté, crime, etc.).	3,500	0,850	3,000	1,095	0,263
v39 (A)	Segmentation en unités - Jetonisation (<i>Tokenization</i>) : Le cas d'utilisation doit prendre en charge la création et la gestion de jetons (<i>Tokens</i>).	3,000	1,155	3,200	1,304	0,859
v43 (B)	Revenus : À terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation des revenus.	3,100	0,738	3,000	1,095	0,635

Encore une fois, seul un item possède une différence de moyennes significative entre les deux groupes au seuil alpha de 10%, soit « Démontrabilité » (v36) ; en d'autres mots, les universitaires accordent plus d'importance à v36 que les industriels. Pour les autres items, le secteur semble avoir peu d'influence sur la perception d'importance d'un critère d'évaluation par rapport à un autre.

Conclusion pour la portion « Critères » : en conclusion, les deux seuls items présentant des différences de moyennes significatives se rattachent au regroupement « Critères techniques et fonctionnels » (A). Cependant, ces différences ne sont significatives qu'au seuil alpha = 10%, ce qui indique que la différence demeure moindre.

4.2.2.3 Conditions

Deux regroupements furent créés pour la portion « Critères », tel que le démontre le Tableau 4.20 :

Tableau 4.20 : Regroupements pour la section "Conditions" (source : Auteur)

ID	Nom	Description
A	Préparation et infrastructure interne	Éléments internes à l'organisation, sur lesquels elle exerce un contrôle.
B	Facteurs et influences externes	Éléments hors du contrôle de l'organisation, observées dans son environnement externe

Le Tableau 4.21 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Conditions », sans tests significatifs.

Tableau 4.21 : Résultats finaux pour les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain, tous (source : Auteur)

Var (ID)	Étape	μ	σ
v51 (A)	L'organisation a une culture qui valorise l'innovation et l'expérimentation, et est ouverte à l'adoption de nouvelles technologies (telles que la Blockchain).	4,353	0,606
v52 (A)	L'organisation possède une équipe de direction qui souhaite explorer activement l'usage de la Blockchain (en d'autres mots, la direction veut être impliquée dans le processus d'exploration de la Blockchain).	4,235	0,831
v57 (A)	L'organisation possède au moins un champion Blockchain (qui a manifesté son intérêt envers la Blockchain ET qui souhaite explorer l'utilisation de la technologie à l'interne).	3,882	0,857
v50 (A)	L'organisation possède des ressources expérimentées en Blockchain à l'interne.	3,529	1,179
v47 (A)	L'organisation possède un bureau de transformation numérique (Transformation Office).	3,235	1,251
v49 (A)	L'organisation possède une équipe 100% affectée à des initiatives d'innovation (recherche et développement).	3,118	1,111
v54 (B)	L'organisation a été approchée par au moins un partenaire qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la Blockchain.	3,118	1,111
v65 (A)	Au moins un membre du conseil d'administration de l'organisation lui a conseillé ou demandé d'explorer la blockchain.	2,882	1,054

Tableau 4.21 : Résultats finaux pour les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain, tous (source : Auteur) (suite et fin)

v55 (B)	Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il explorait actuellement la Blockchain.	2,824	1,131
v48 (A)	L'organisation emploie la méthodologie agile dans ses projets.	2,813	1,167
v53 (B)	L'organisation a été approchée par au moins un client qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la Blockchain.	2,765	0,970
v56 (B)	Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il utilisait désormais la Blockchain.	2,765	1,251

L'entièreté des cinq conditions avec les notes moyennes les plus hautes se rattachent au groupement « Préparation et infrastructure interne » (A), ce qui laisse croire que selon les répondants, une organisation est d'abord et avant tout prête à adopter la blockchain lorsque l'engagement interne est élevé et que l'infrastructure en place peut accommoder la blockchain ; en d'autres mots, les pressions externes, qu'elles soient concurrentielles ou partenariales, ne devraient pas être pris en considération pour prendre la décision d'adopter la blockchain ou non.

D'autre part, une tendance présente dans les sections des étapes se manifeste également ici, soit, l'importance d'impliquer les cadres de l'organisation dans le processus de pré-adoption : en effet, les items v51 et v52 possèdent les notes moyennes les plus élevées de tout le lot, ainsi que les écarts-types les plus bas.

Les résultats révèlent un autre fait intéressant. Le seul nouvel item de la Ronde 2, soit « Au moins un membre du conseil d'administration de l'organisation lui a conseillé ou demandé d'explorer la blockchain. » (v65) possède la cinquième note moyenne la plus faible, et un écart-type inférieur à 1. Cela suggère que l'implication du conseil d'administration dans le processus de décision pourrait ne pas être considérée comme primordiale pour l'adoption de la technologie blockchain. Cela est en contraste avec l'importance accordée à l'implication des employés cadres de l'organisation : en effet, l'équipe de direction et le conseil d'administration d'une organisation sont généralement considérés comme formant la « haute direction », les administrateurs étant responsables de réfléchir aux grands enjeux stratégiques et de gouvernance. Ainsi, il est possible que la plupart des répondants aient une mauvaise compréhension des rôles d'un conseil d'administration au sein d'une organisation.

Les tableaux suivants s'intéresseront aux tests significatifs pour la même section d'items.

Le Tableau 4.22 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Conditions », avec tests significatifs selon l'expérience des répondants.

Tableau 4.22 : Résultats finaux pour les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain, segmentation selon l'expérience (source : Auteur)

Var (ID)		Moins expér.		Plus expér.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=9		n=8		
v51 (A)	L'organisation a une culture qui valorise l'innovation et l'expérimentation, et est ouverte à l'adoption de nouvelles technologies (telles que la Blockchain).	4,444	0,527	4,250	0,707	0,673
v52 (A)	L'organisation possède une équipe de direction qui souhaite explorer activement l'usage de la Blockchain (en d'autres mots, la direction veut être impliquée dans le processus d'exploration de la Blockchain).	4,333	0,500	4,125	1,126	1,000
v57 (A)	L'organisation possède au moins un champion Blockchain (qui a manifesté son intérêt envers la Blockchain ET qui souhaite explorer l'utilisation de la technologie à l'interne).	3,889	0,782	3,875	0,991	0,963
v50 (A)	L'organisation possède des ressources expérimentées en Blockchain à l'interne.	4,000	1,225	3,000	0,926	0,074
v47 (A)	L'organisation possède un bureau de transformation numérique (Transformation Office).	3,444	1,236	3,000	1,309	0,541
v49 (A)	L'organisation possède une équipe 100% affectée à des initiatives d'innovation (recherche et développement).	3,667	1,225	2,500	0,535	0,059
v54 (B)	L'organisation a été approchée par au moins un partenaire qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la Blockchain.	3,333	1,225	2,875	0,991	0,481
v65 (A)	Au moins un membre du conseil d'administration de l'organisation lui a conseillé ou demandé d'explorer la blockchain.	2,667	1,000	3,125	1,126	0,481
v55 (B)	Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il explorait actuellement la Blockchain.	2,444	0,882	3,250	1,282	0,167
v48 (A)	L'organisation emploie la méthodologie agile dans ses projets.	3,250	1,282	2,375	0,916	0,161

Tableau 4.22 : Résultats finaux pour les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain, segmentation selon l'expérience (source : Auteur) (suite et fin)

v53 (B)	L'organisation a été approchée par au moins un client qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la Blockchain.	2,667	1,000	2,875	0,991	0,743
v56 (B)	Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il utilisait désormais la Blockchain.	2,556	1,236	3,000	1,309	0,481

Seules deux différences de moyennes sont statistiquement significatives au seuil alpha de 10% : les répondants moins expérimentés ont accordé un degré d'importance plus élevé que ceux qui ont de l'expérience à v50 (4,000 vs 3,000) et v49 (3,667 vs 2,500). De manière générale, cela suggère ainsi qu'il y a peu de différence entre les répondants qui ont peu d'expérience et ceux qui en ont davantage.

Le Tableau 4.23 présente les résultats de la Ronde 2 pour la section « Conditions », avec tests significatifs selon le secteur des répondants.

Tableau 4.23 : Résultats finaux pour les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain, segmentation selon le secteur (source : Auteur)

Var (ID)		Indus.		Univ.		p
		μ	σ	μ	σ	
		n=11		n=6		
v51 (A)	L'organisation a une culture qui valorise l'innovation et l'expérimentation, et est ouverte à l'adoption de nouvelles technologies (telles que la Blockchain).	4,364	0,674	4,333	0,516	0,884
v52 (A)	L'organisation possède une équipe de direction qui souhaite explorer activement l'usage de la Blockchain (en d'autres mots, la direction veut être impliquée dans le processus d'exploration de la Blockchain).	4,182	0,982	4,333	0,516	1,000
v57 (A)	L'organisation possède au moins un champion Blockchain (qui a manifesté son intérêt envers la Blockchain ET qui souhaite explorer l'utilisation de la technologie à l'interne).	3,909	0,831	3,833	0,983	0,961
v50 (A)	L'organisation possède des ressources expérimentées en Blockchain à l'interne.	3,455	1,214	3,667	1,211	0,808

Tableau 4.23 : Résultats finaux pour les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la technologie blockchain, segmentation selon le secteur (source : Auteur) (suite et fin)

v47 (A)	L'organisation possède un bureau de transformation numérique (Transformation Office).	3,273	1,191	3,167	1,472	0,961
v49 (A)	L'organisation possède une équipe 100% affectée à des initiatives d'innovation (recherche et développement).	2,909	1,136	3,500	1,049	0,256
v54 (B)	L'organisation a été approchée par au moins un partenaire qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la Blockchain.	3,273	1,104	2,833	1,169	0,462
v65 (A)	Au moins un membre du conseil d'administration de l'organisation lui a conseillé ou demandé d'explorer la blockchain.	2,909	1,221	2,833	0,753	0,961
v55 (B)	Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il explorait actuellement la Blockchain.	3,182	1,250	2,167	0,408	0,149
v48 (A)	L'organisation emploie la méthodologie agile dans ses projets.	2,727	1,009	3,000	1,581	0,743
v53 (B)	L'organisation a été approchée par au moins un client qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la Blockchain.	3,000	1,095	2,333	0,516	0,216
v56 (B)	Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il utilisait désormais la Blockchain.	3,091	1,446	2,167	0,408	0,256

Aucune des différences entre les deux groupes n'est statistiquement significative, les valeurs-p étant toutes supérieures à 0,01. Cela suggère ainsi qu'il n'y a pas d'effet de secteur quant à l'importance des conditions peu importe le secteur dans lequel le répondant œuvre.

En conclusion, les conditions internes et de préparation sont davantage importantes aux pressions externes. L'expérience en blockchain et le secteur n'influencent pas significativement l'importance perçue des conditions, sauf dans quelques cas.

4.2.2.4 Conclusion générale

Il existe peu de changements entre les deux rondes. Les principaux sont les suivants : une réduction de la variance pour les items introduits à la Ronde 1, une réduction marquée du nombre de commentaires laissés par les répondants, et l'introduction de nouveaux items tels que suggérés par les répondants lors de la Ronde 1.

Aucun des différentiels de moyenne n'étant significatif entre la Ronde 1 et la Ronde 2, ce qui signifie que les résultats n'ont pas beaucoup changé entre les Rondes 1 et 2, mis à part une légère réduction de la variance pour la plupart des items. Pour cette raison, les tableaux correspondants à ces tests furent exclus de la section 4.2.2.

Les tests significatifs n'ont pas été effectués sur les regroupements étant donné le faible nombre d'items par regroupement (parfois aussi peu que quatre à cinq items) (Leppink et al., 2016). L'impact de ce faible nombre d'items est le suivant : d'abord, la puissance du test est réduite et les probabilités de commettre une erreur de Type II (soit, un faux positif) est augmentée. Ensuite, la variance augmente. Enfin, il est plus difficile d'appliquer le Théorème Limite Central (TLC).

Au total, 114 tests significatifs furent effectués sur les données de résultats de la Ronde 2. Parmi ceux-ci, seuls quatre sont significatifs au seuil $\alpha = 10\%$, et un seul d'entre eux est également significatif au seuil $\alpha = 5\%$. Enfin, aucun des 114 tests n'est significatifs au seuil $\alpha = 1\%$. Ainsi, dans l'ensemble, ni le nombre d'années d'expérience en blockchain ni le secteur dans lequel un expert œuvre n'a d'impact sur l'importance relative accordée aux étapes, critères et conditions soumises à eux dans le cadre de cette étude. Il est donc possible d'affirmer qu'il existe un consensus au sein des participants de cette étude Delphi.

Des tests significatifs ont été effectués pour les segmentations selon l'expérience des répondants ainsi que le secteur dans lequel ils œuvrent. Ces tests ont permis de conclure que ni le nombre d'années d'expérience en blockchain ni le secteur n'affectent significativement la perception de l'importance des items soumis aux répondants. Dans l'ensemble, la proximité des réponses entre les répondants (mesurée par la fiabilité inter-juges) est petite, suggérant un niveau d'accord satisfaisant et dans les normes.

4.2.3 Indice de fiabilité inter-juges

L'indice de fiabilité inter-juges est un coefficient (allant de -1 à 1) calculé à partir de données brutes et visant à fournir une indication quant au niveau de consensus sur l'évaluation du degré d'importance des sections du questionnaire. Tout indice supérieur à 0,4 est jugé satisfaisant (Shrout et Fleiss, 1979).

Le Tableau 4.24 présente les indices de fiabilité inter-juges pour l'ensemble des sections de la Ronde 2.

Tableau 4.24 : Indice de fiabilité inter-juges (source : Auteur)

Catégorie	Tous		Moins expér.		Plus expér.		Indus.		Univ.	
	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1
Ronde → Section ↓										
Étapes avant	0,898	0,843	0,855	0,779	0,757	0,685	0,827	0,760	0,788	0,668
Étapes pendant	0,900	0,900	0,882	0,882	0,675	0,675	0,854	0,854	0,694	0,694
Étapes après	0,503	0,503	-0,476	-0,476	0,393	0,393	0,021	0,021	0,293	0,293
Critères	0,697	0,694	0,515	0,529	0,574	0,572	0,619	0,629	0,382	0,369
Conditions	0,875	0,874	0,846	0,835	0,788	0,798	0,777	0,771	0,803	0,814

Dans ce cas-ci, 40 des 50 indices de fiabilité inter-juges calculés sont supérieurs au seuil minimal de 0,4 ; les seules exceptions sont au niveau des sections « études après » (pour l'ensemble des segmentations), et « critères » (pour les universitaires seulement).

Comme presque l'entièreté des indices de la section « Étapes après » sont sous le seuil critique, il est important de se pencher sur les causes probables, d'autant plus que trois des 5 items ont des écarts-type sous le seuil critique de 1 et un seul refus de répondre parmi 132 réponses. Cette section comprend l'étape de regroupement de cas d'utilisation par similarités, deux étapes de validation de cas d'utilisation, deux étapes adressant la question « Combien de cas d'utilisation retenir pour le prototypage ? ». Les faibles indices de fiabilité inter-juges pourraient être dus au fait que l'interprétation de l'importance relative des items de cette section est relative et dépendante de l'expérience.

Ainsi, comme 80% des indices de fiabilité inter-juges calculés dans le cadre de cette étude Delphi, il est possible d'affirmer que dans l'ensemble, les juges possèdent des scores similaires, et ce, sans jamais s'être consultés.

Enfin, d'un point de vue longitudinal, les indices n'ont dans l'ensemble que très peu augmenté (ils ont même diminué dans trois des cas). Cette observation est intéressante car elle suggère que les répondants semblent en grande partie avoir conservés leurs opinions d'une ronde à l'autre ; en d'autres mots, le fait de consulter la moyenne du groupe lors à la Ronde 1 n'aurait pas significativement influencé les répondants à ajuster leurs réponses. Somme toute, il est tenu qu'une diminution de l'écart-type a été observé pour la plupart des items entre les deux rondes. Enfin, quant aux cas où l'écart de fiabilité inter-juges a diminué entre les deux rondes, cela pourrait, en partie, être dû aux nouveaux items introduits lors de la Ronde 2 ; soit, ceux mentionnés en commentaires par les répondants lors de la Ronde 1.

CHAPITRE 5 DISCUSSION

5.1 Rappel de la démarche

La méthodologie Delphi a été utilisée pour la collecte de données. Lors de la Ronde 1, 50 items furent soumis aux experts. L'analyse des commentaires laissés par les répondants lors de la Ronde mena à l'identification de sept items (cinq étapes, un critère et une condition) jugés importants par au moins un expert et non-relevé lors de la revue de littérature. Ainsi, la Ronde 2 remit les 50 items initiaux ainsi que les sept nouveaux à l'évaluation des experts lors de la Ronde 2. Les résultats agrégés de la Ronde 2 (moyenne et écart-type) sont présentés dans le chapitre 4.

5.2 Retour sur les objectifs et principaux résultats

Cette recherche avait comme point de départ la question suivante : « Quelles sont les pratiques organisationnelles d'excellence pour une pré-adoption réussie de la blockchain ? ». Pour répondre à cette question, nous avons procédé par deux grandes étapes : d'abord, une revue de littérature a été menée (voir chapitre 2) pour identifier les items (étapes, critères, et conditions) les plus souvent suggérés par les chercheurs. Ensuite, cette liste d'items a été soumise à une vingtaine d'experts blockchain aux profils et expériences variées.

L'élément qui ressort le plus des résultats est l'importance d'impliquer les cadres (dirigeants) de l'organisation tout au long de la phase de pré-adoption de la blockchain. Cette implication est vaste : Ils doivent être éduqués sur la blockchain et, dans une moindre mesure, sur d'autres technologies émergentes qui peuvent être utilisées en synergie avec cette première. Ils doivent être sollicités pour réviser les objectifs stratégiques de l'organisation, chose qui se fait notamment en analysant les environnements interne et externe de l'organisation. Ils doivent être présents pour identifier des cas d'utilisation blockchain alignés aux objectifs stratégiques de l'organisation et ses défis actuels. Enfin, ils doivent être présents pour définir les critères de sélection à utiliser pour comparer les cas d'utilisation entre eux, car ils doivent participer à l'exercice de priorisation de ces dits cas d'utilisation. Ainsi, les cadres de doivent pas s'en tenir à débloquer et approuver des budgets d'innovation pour explorer la blockchain et ce qu'elle a à offrir ; ils doivent plutôt être activement impliqués en tant qu'acteur décisionnel tout au long de la phase de pré-adoption. À notre avis, cette implication est importante pour plusieurs raisons : d'une part, les cadres sont une

source d'information inestimable pour l'équipe-projet s'occupant de piloter la pré-adoption. Ils peuvent ainsi informer l'équipe sur les défis et contraintes auxquelles l'organisation est soumise. D'autre part, le maintien d'un contact étroit entre l'équipe-projet et les cadres permet d'éviter un désalignement de la pré-adoption, sans quoi de mauvaises surprises les attendrait à la fin du projet.

Cependant, même si l'implication des cadres est essentielle, l'implication des employés non-cadres demeure pertinente : ceux-ci ont une excellente visibilité des risques opérationnels qui guettent l'organisation. Ainsi, ayant une grande expérience « sur le terrain », ils sont très mieux placés pour identifier des opportunités blockchain à même les processus dans lesquels ils sont impliqués. En d'autres mots, le fait d'impliquer des employés siégeant à des niveaux hiérarchiques plus faibles permettrait d'éviter de prioriser des cas d'utilisation ne répondant pas à un réel besoin.

Notre posture sur la question est ainsi la suivante : la mixité entre divers niveaux de gestion avant, pendant, et après l'identification de cas d'utilisation blockchain favorise l'exploration et la validation de problèmes et idées sous de différents angles, laissant ainsi place à une vision plus holistique de la réalité. La pré-adoption de la blockchain est un effort d'équipe qui, si pilotée par l'ensemble de l'organisation, bénéficiera également à l'ensemble. Cela pourrait également être pour cette raison que le fait d'avoir une culture d'innovation ouverte aux nouvelles idées est une condition jugée importante pour prédire le niveau de préparation d'une organisation pour passer à la prochaine étape. En anglais, on utilise souvent l'expression « *tone at the top* »), ou « le ton au sommet » : ce sont les cadres d'une organisation qui définissent et propagent la culture de celle-ci jusqu'au employés avec des emplois de niveau d'entrée. Si les cadres de l'organisation croient au fait qu'il est toujours possible de faire mieux et d'accomplir plus, et qu'il ne faut pas toujours s'attendre à des bénéfices tangibles à la suite de toute initiative d'innovation, cela laisse place à ce que le reste de l'organisation y croie également.

Quant aux étapes s'intéressant au nombre de cas d'utilisation à retenir pour le prototypage, plusieurs facteurs pourraient expliquer les notes moyennes faibles et similaires : d'une part, un cas d'utilisation doit uniquement être retenu et prototypé (exploré davantage) s'il répond aux critères fixés par l'organisation et ses dirigeants. Il est très possible qu'une organisation réalise, après avoir identifié et étudié des cas d'utilisation blockchain, que la technologie ne semble pas compatible avec ses besoins, et qu'elle décide d'interrompre sa pré-adoption de celle-ci. Si, à l'inverse, deux ou plusieurs cas d'utilisation demeurent intéressants après les avoir validés, la décision d'en retenir

un seul ou plusieurs pour le prototypage dépend de la capacité de l'organisation à gérer plusieurs jalons et échéances en même temps : si l'organisation a un faible effectif avec les connaissances techniques nécessaires pour mener à bien un seul projet technologique à la fois, ce serait une mort annoncée que de se lancer dans plusieurs initiatives en même temps. L'innovation est un marathon, pas un sprint : c'est une aventure nébuleuse qui prend du temps, et dont il faut s'attendre à des imprévus. Cependant, les apprentissages faits en cours de route sont souvent plus formateurs et riches en apprentissages que l'arrivée à la ligne d'arrivée. Pour ajouter à cette complexité, et tel qu'expliqué dans le chapitre d'introduction, la blockchain représente un changement de paradigme pour la plupart des organisations (voire pour l'ensemble de la société), ce qui rend la préparation nécessaire à celle-ci considérable.

Pour ce qui concerne les critères à utiliser pour évaluer des cas d'utilisation blockchain entre eux, l'importance réside davantage au niveau des critères fonctionnels et techniques qu'au niveau des critères d'impact : d'abord, un cas d'utilisation blockchain devrait permettre à une organisation de mieux poursuivre sa mission. Ce critère, suggéré en commentaires par un répondant lors de la Ronde 1, s'arrime bien avec le besoin de s'assurer d'un alignement stratégique entre les fonctionnalités de la blockchain et les objectifs stratégiques de l'organisation. Par ailleurs, un cas d'utilisation devrait être simple, interopérable, et confidentielle. Il semble ainsi de mise de voir grand et commencer petit. Le premier cas d'utilisation considéré par une organisation n'est pas forcément son dernier, voire l'inverse : si un cas d'utilisation complexe est prototypé et que le projet de conception/développement échoue en cours de route, il a plus de chance de décourager les dirigeants de l'organisation et ternir leur perception de la technologie versus un projet très simple qui réussit jusqu'en production et qui génère des résultats petits, mais positifs. L'aspect confidentiel est sans surprise : les données blockchain sont impossibles à supprimer tel que couvert dans l'introduction, donc toute donnée sensible devrait résider sur un système centralisé avec des paramètres d'accès révocables et la possibilité de supprimer définitivement du contenu.

Nous avons initialement été surpris de constater que les répondants pensaient sensiblement de la même façon, peu importe leur secteur et leur expérience en blockchain. Avec du recul, cela nous ramène au fait que la blockchain est une technologie jeune, quand nous la comparons aux ERP, qui sont utilisés et recherchés depuis les années 1980. En d'autres mots, personne ne serait réellement « expérimenté » dans la technologie, du fait qu'elle demeure considérée en émergence à ce jour.

Par ailleurs, la similarité des résultats pourrait également signifier que le secteur dans lequel un répondant œuvre n'influence pas l'importance perçue d'un ou l'autre item.

Un élément surprenant est la faible d'importance accordée par les répondants au fait d'impliquer et de se trouver des partenaires d'affaires (fournisseurs, clients, collaborateurs, etc.) avec qui explorer la blockchain. Cette stupéfaction s'explique par le fait qu'on dit toujours que la blockchain se fait à plusieurs : c'est la base de la décentralisation ; les décisions sont prises à plusieurs, d'où l'usage fréquent du terme « système multipartite » pour désigner la blockchain – plusieurs parties sont impliquées. Pour clarifier, aucun répondant n'a mentionné en commentaire (tant à la Ronde 1 qu'à la Ronde 2) qu'il était important d'approcher ou d'impliquer des partenaires, même si un cas d'utilisation de blockchain privée pourrait éventuellement les concerner. À notre avis, cette observation vient renforcer l'affirmation que la blockchain est devenue un concept à part entière si vaste qu'il est devenu presque impossible d'en faire des généralisation sans employer d'entonnoir. Cela vient également expliquer pourquoi le chapitre d'introduction est si volumineux : en aussi peu qu'une dizaine d'années, la blockchain a connu un essor exponentiel tant au niveau de l'adoption qu'au niveau de sa versatilité, de sorte à devenir un parapluie conceptuel plus qu'une seule technologie, comme c'était le cas à ses balbutiements.

Dans un autre ordre d'idées, nous aurions pu obtenir des résultats différents des répondants en incorporant un aspect d'ordonnancement pour les étapes. Par exemple : il semble aberrant de tenter d'identifier des cas d'utilisation blockchain sans s'informer des tendances sur le marché (dans le secteur de l'organisation et/ou dans sa géographie). Cependant, l'auteur ayant suggéré cette étape affirmait qu'elle permettait d'éviter de baliser les esprits des participants, ce qui pourrait mener à des biais de confirmation ; en d'autres mots : les participants de l'exercice pourraient peiner à penser des cas autres que ceux déjà observés lors de leurs recherches. Cet auteur suggérerait évidemment de s'informer des tendances après le premier exercice de génération d'idées, puis de mener à un second exercice d'identification de cas d'utilisation juste après. Cependant, comme notre questionnaire ignorait complètement la question d'ordonnancement pour des fins de simplicité, cette subtilité n'a pas pu être capturée et aurait pu être mal interprétée par les participants.

Pour conclure, une analyse des résultats de la Ronde 2 a permis de déceler que les étapes exécutées avec le partenaire industriel incorporaient que très peu celles jugées les plus importantes par les

répondants de l'étude Delphi. Au regard de l'étude Delphi, les résultats obtenus à travers les experts démontrent par eux-mêmes l'importance de mieux appréhender les enjeux de la pré-adoption, et ce en construisant des connaissances organisationnelles solides qui mèneront à une stratégie blockchain permettant une adoption à haute valeur ajoutée. En d'autres mots, le manque de temps n'est pas une raison de sauter l'étape de recherche et planification stratégique. Le simple fait de baliser les priorités technologiques d'organisations similaires n'est en rien un gage de succès. Quant aux critères, le partenaire industriel n'en avait pas utilisé pour sélectionner les cas d'utilisation à valider en entrevues individuelles. Enfin, pour les conditions : Bien que le partenaire ait, dans l'ensemble, une culture qui valorise l'innovation et l'expérimentation et qu'il demeure ouvert à l'adoption de nouvelles technologies, les employés cadres chez ce premier n'étaient pas directement impliqués dans l'initiative, contrairement à ce que semblent recommander les répondants de l'étude Delphi.

5.3 Contributions du mémoire

Notre projet de recherche est le premier à proposer une compilation des pratiques organisationnelles d'excellence permettant de mieux structurer une démarche de pré-adoption de la blockchain. D'autant plus que la phase de pré-adoption de la blockchain est un sujet négligé dans la littérature, nous l'avons mis en lumière dans son intégralité et à travers différentes dimensions (étapes, critères, et conditions). Par ailleurs, alors que la littérature était plutôt disparate et évasive sur la priorité à donner aux étapes, critères, et conditions, notre projet de recherche a pu les prioriser à partir de l'avis des experts du domaine, et ce sans que ces derniers se consultent.

Grâce à la généralité de notre étude Delphi, des organisations de tout type peuvent s'inspirer des résultats finaux afin de maximiser ses chances de pré-adopter la blockchain et d'en dégager des bénéfices tangibles. Cela implique que les résultats finaux représentent des lignes directrices d'une valeur inestimable. Évidemment, la généralité des résultats incite les organisations s'y intéressant à demeurer rationnelles et à adapter leur approche à la blockchain en fonction de leurs contextes et objectifs, ils fournissent pour les organisations qui souhaitent se lancer dans la blockchain. Notamment, l'aspect stratégique d'une adoption de la blockchain doit demeurer prioritaire tout au long de la phase de pré-adoption et les cadres de l'organisation doivent demeurer une partie prenante impliquée tout au long d'une initiative exploratoire de la technologie.

En somme, cette nouvelle approche pourrait augmenter les chances de succès d'exploration de la blockchain en organisation, menant à de meilleures perceptions et à de meilleurs résultats à l'échelle de la société.

5.4 Limites et avenues de recherche

Bien évidemment, cette étude présente plusieurs limites : d'abord, comme dans tout domaine, il existe un compromis entre la « généralité » et la « spécificité » d'une question de recherche. Ce projet s'intéressait à tout type de blockchain et tout type d'organisation. Plusieurs répondants ont d'ailleurs mentionné en commentaires que cela rendait difficile l'évaluation des items. À titre de réfutation, il aurait été d'autant plus difficile de recruter des experts si la question de recherche avait été spécifique. Ou bien, des répondants auraient pu sélectionner « refus de répondre » à plusieurs items sous prétexte qu'ils ne possédaient pas d'expérience dans un type de blockchain ou d'organisation précis. En réponse à la limite tenant au manque de spécifique quant au type de blockchain : lorsqu'une organisation s'intéresse à la blockchain, il est impossible pour cette dernière de savoir le type de blockchain serait mieux pour elle, cela dépendant des cas d'utilisation envisagés (qui soit dit en passant, sont identifiés lors de la phase de pré-adoption). En d'autres mots, le fait de choisir le type de blockchain le plus pertinent en revient au cas d'utilisation à l'étude, et ce cas d'utilisation ne peut être décelé sans un exercice stratégique préalable, tel que jugé important par les répondants. Ainsi, cette limite est en quelque sorte une force en même temps.

Le nombre de répondants était également faible, malgré le grand nombre d'experts en blockchain invités à participer à l'étude. Cela a affecté négativement la puissance des tests significatifs menés ; augmenter le nombre de répondants aurait pu permettre de trouver des différences significatives entre les segmentations d'expérience et de secteur. Enfin, d'autres segmentations auraient pu être explorées, notamment le type d'expertise (affaires vs technique) et l'emplacement géographique des chercheurs.

L'application des pratiques d'excellence dans une organisation pour l'entièreté de sa pré-adoption de la blockchain pourrait permettre d'évaluer l'applicabilité de cette première. Enfin, toute organisation devrait se sentir libre de juger de la pertinence des pratiques d'excellence suggérées selon les particularités de son modèle opérationnel et/ou selon ses besoins d'affaires.

Il serait également intéressant de faire une analyse plus fine des étapes soumises à l'évaluation des experts dans la section « étapes à exécuter après avoir identifié un ou plusieurs cas d'utilisation », et de mesurer à nouveau l'impact sur les indices de fiabilité inter-juges.

Enfin, il est possible que les pratiques d'excellence jugées importantes par les répondants soient applicables à une ou plusieurs autres technologies émergentes, telles l'intelligence artificielle, l'informatique de point (*Edge Computing*), la connectivité 5G, etc. Notamment, la même liste d'items soumis aux experts lors de la Ronde 2 de l'étude Delphi pourrait être envoyée à des experts en différentes technologies et les sonder quant à l'importance qu'ils accordent à ceux-ci. Cela permettrait de générer l'universalité des pratiques d'excellence décelées dans le présent projet de recherche.

Le chapitre 6 vise à clore le présent projet de recherche.

CHAPITRE 6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La blockchain intéresse le milieu des affaires depuis l'avènement de Bitcoin en 2008 et présente des avantages considérables aux organisations l'implémentant avec raison et avec soin. Le monde de la recherche s'y intéresse également, mais davantage d'un point de vue technique que d'affaires. Ainsi, malgré une littérature abondante sur le sujet, très peu de connaissances existent quant à la phase de pré-adoption organisationnelle de la blockchain. C'est dans ce cadre que le présent projet de recherche s'inscrit, visant à définir les pratiques organisationnelles d'excellence pour réussir sa pré-adoption de la technologie.

En recherche, le thème de pré-adoption de la blockchain est interprété très différemment d'un chercheur à l'autre : certaines études s'intéressent uniquement à la meilleure méthodologie (séquences d'étapes) pour identifier et trier des cas d'utilisation potentiels, d'autres s'intéressent aux critères d'évaluation de cas d'utilisation, et d'autres s'intéressent aux conditions indiquant qu'une organisation est prête à passer de la phase de « pré-adoption » à celle d'« adoption ».

Aucune des études consultées ne s'est intéressée à la fois aux étapes, aux critères, et aux conditions. Ce sont ces failles dans littérature qui ont mené à notre problématique. Notre compréhension de la pré-adoption de la blockchain est une phase lors de laquelle une organisation s'intéresse à la technologie, tente de mieux la comprendre, de préparer le terrain pour une éventuelle adoption, mais surtout, une phase qui se termine par la décision d'adopter ou non la blockchain. Car comme toute technologie, la blockchain est un outil, et ce ne sont pas toutes les organisations qui ont besoin de l'ajouter à leur boîte à outils.

Dans le but de permettre d'y voir plus clair quant à la pré-adoption de la blockchain, notre revue de littérature permet de tirer 50 pratiques pour lesquelles il n'était pas possible de tirer un consensus clair. Ces 50 pratiques furent soumises à une vingtaine d'experts blockchain situés autour du monde, à l'aide d'une étude Delphi. Lors de la première ronde, 7 nouveaux items furent suggérés en commentaires par les répondants. Ainsi, 57 items furent soumis à l'évaluation des experts lors de la deuxième ronde.

Au niveau des étapes, la recherche d'un alignement stratégique et l'implication des cadres de l'organisation tout au long de la phase de pré-adoption sont jugées fortement importantes par les répondants. Les répondants suggèrent également de retenir un seul cas d'utilisation à la fois pour prototypage.

Au niveau des critères, les items avec les notes moyennes les plus élevées se rapportent aux aspects techniques et fonctionnels de l'éventuelle solution blockchain visant à soutenir un cas d'utilisation. Le seul critère d'impact se retrouvant dans le top 5 a trait à la capacité du cas d'utilisation de permettre à l'organisation de mieux poursuivre sa mission.

Enfin, au niveau des conditions, seuls deux items sont jugés importants par les répondants : la perception de l'organisation envers l'innovation, et le niveau d'implication que les cadres de l'organisation sont prêts à assumer. Il s'agit ainsi de la section de l'étude avec le moins d'items jugés importants (selon le seuil défini à 4,0/5,0).

Au meilleur de nos connaissances, nous avons ainsi mené la seule étude combinant étapes, critères et conditions à avoir utilisé un même groupe d'experts. En ce sens, notre étude peut être considérée plus exhaustive que les travaux existants, et ainsi offrir des avantages prometteurs à toute organisation prête à suivre les recommandations émises.

À titre de suivi de cette étude, les mêmes items pourraient être évalués dans le cadre d'une autre technologie émergente comme l'intelligence artificielle ou la connectivité 5G.

RÉFÉRENCES

- Almeshal, T. A. et Alhogail, A. A. (2021). Blockchain for Businesses: A Scoping Review of Suitability Evaluations Frameworks. *IEEE Access*, 9, 155425-155442. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3128608>
- Arena, L. (2009). *Adoption, implantation et généralisation d'une nouvelle technologie : une interprétation en termes de changement stratégique* [Université de Nice]. <https://theses.hal.science/tel-00721614/document>
- Atlantic Council. (2023). *CBDC tracker*. <https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/>
- Bhushan, V. (1985). *Inférence statistique*. Presses de l'Université Laval.
- BIM, blockchain et les contrats intelligents* [présentation]. (2018, 12 avril). <https://www.youtube.com/watch?v=EAQ3dnVq5SM>
- Blockchain and data science* [formation en ligne]. (2019). Formation en ligne
- Blockchain Com. (2022). *Block 0*. <https://www.blockchain.com/btc/block/0000000000019d6689c085ae165831e934ff763ae46a2a6c172b3f1b60a8ce26f>
- Blockchain project management on demand* [formation en ligne]. (2021). <https://blockchaintrainingalliance.com/products/blockchain-project-management>
- Blockchain technology and FinTech* [formation en ligne]. (2022, 26 février). Fintech Cadence.
- Bloomfield, B. et Coombs, R. (1992). Information Technology, Control and Power: The Centralization and Decentralization Debate Revisited. *Journal of Management Studies*, 29(4), 459-484. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.1992.tb00674.x>
- Brodeur, J., Pellerin, R. et Deschamps, I. (2022). Operationalization of Critical Success Factors to Manage the Industry 4.0 Transformation of Manufacturing SMEs. *Sustainability*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/su14148954>
- Browne, R. (2022, 28 avril). Central African Republic becomes second country to adopt bitcoin as legal tender. *CNBC*. <https://www.cnbc.com/2022/04/28/central-african-republic-adopts-bitcoin-as-legal-tender.html>

- Buterin, V. (2014). *Ethereum: A next-generation smart contract and decentralized application platform* ([Livre blanc]). https://ethereum.org/669c9e2e2027310b6b3cdce6e1c52962/Ethereum_Whitepaper_-_Buterin_2014.pdf
- CERN. (2022). *A short history of the Web*. <https://home.cern/science/computing/birth-web/short-history-web>
- Chaum, D., Rivest, R. L. et Sherman, A. T. (1983). *Advances in Cryptology [Communication de conférence]*. Crypto 82, New York, NY. <https://www.worldcat.org/title/advances-in-cryptology-proceedings-of-crypto-82/oclc/9488557>
- Christie's. (2021). *Beeple | The first 5000 days*. <https://onlineonly.christies.com/s/first-open-beeple/beeple-b-1981-1/112924>
- Cohen, W. M. et Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- CoinGecko. (2022a). *All cryptocurrencies*. <https://www.coingecko.com/en/coins/all>
- CoinGecko. (2022b). *Bitcoin holdings by public companies*. <https://www.coingecko.com/en/public-companies-bitcoin>
- Cointelegraph Consulting. (2022, 18 avril). Move-to-earn: An active play-to-earn offshoot. *CoinTelegraph*. <https://cointelegraph.com/news/move-to-earn-an-active-play-to-earn-offshoot>
- Das, M., Luo, H. et Cheng, J. C. P. (2020). Securing interim payments in construction projects through a blockchain-based framework. *Automation in Construction*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103284>
- École des Technologies Supérieures. (2022). *Kaiwen Zhang*. <https://www.etsmtl.ca/recherche/professeurs-chercheurs/kzhang/>
- Elbashbishy, T. S., Ali, G. G. et El-adaway, I. H. (2022). Blockchain technology in the construction industry: mapping current research trends using social network analysis and clustering. *Construction Management and Economics*, 40(5), 406-427. <https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2056216>

Elevate X. (2022, 25 mars). Web1, Web2, and Web3 - An explainer. *Elevate X Blog*. <https://elevatex.de/blog/web3/web1-web2-and-web3-explained/>

Elliot, M. W. (2018). *Risk management principles and practices* (3^e éd.). The Institutes.

Entrevue avec Amin Bensadok. (2021, 29 octobre).

Esposito, A. et Renteria, N. (2021, 7 septembre). El Salvador becomes 1st country to adopt bitcoin as legal tender. *Global News*. <https://globalnews.ca/news/8171521/el-salvador-adopts-bitcoin-legal-tender/>

Ethereum Enterprise Alliance. (2022). *Enterprise Ethereum Alliance client specification v7*. <https://entethalliance.github.io/client-spec/spec.html>

Fonda, D. (2022, 20 avril). Bitcoin-backed mortgages are coming. Here's what that means for buyers. *Barron's*. <https://www.barrons.com/articles/bitcoin-backed-mortgages-are-coming-51650402540>

Françoise, O., Bourgault, M. et Pellerin, R. (2009). ERP implementation through critical success factors' management. *Business Process Management Journal*, 15(3), 371-394. <https://doi.org/10.1108/14637150910960620>

Fremantle, P., Perera, S., Leymann, F. et Jenkins, J. (2018). *Emerging technology analysis canvas (ETAC)*. https://www.researchgate.net/publication/328172070_Emerging_Technology_Analysis_Canvas_ETAC

Gallersdörfer, U. et Matthes, F. (2020). *Towards Valid Use Cases: Requirements and Supporting Characteristics of Proper Blockchain Applications [Communication de conférence]*. 2020 Seventh International Conference on Software Defined Systems (SDS), Paris, France (p. 202-207). <https://doi.org/10.1109/SDS49854.2020.9143999>

Gartner. (2018, 20 août). *Understanding Gartner's hype cycles*. <https://www.gartner.com/en/documents/3887767>

Glaser, F. (2017). *Pervasive Decentralisation Sof Digital Infrastructures: A Framework for Blockchain enabled System and Use Case Analysis [Communication de conférence]*. 50th Hawaii

International Conference on System Sciences (HICSS-50), Waikoloa Village, Hawaii (p. 1543-1552). <https://doi.org/10.24251/HICSS.2017.186>

Gouvernement du Québec. (2023). *Bourses Perspectives Québec*. <https://www.quebec.ca/education/aide-financiere-aux-etudes/bourses-perspective>

Gräther, W., Klein, S. et Prinz, W. (2018). *A Use Case Identification Framework and Use Case Canvas for identifying and exploring relevant Blockchain opportunities [Communication de conférence]*. 1st ERCIM Blockchain Workshop, Amsterdam, Pays-Bas. https://doi.org/10.18420/blockchain2018_02

Haber, S. et Stornetta, S. (1991). How to time-stamp a digital document. *Journal of Cryptology*, 3(2), 99-111. <https://doi.org/10.1007/BF00196791>

Haigney, S. (2021, juin). *Next stop: The Metaverse*. Sotheby's. <https://www.sothebys.com/en/articles/next-stop-the-metaverse>

Hargaden, V., Papakostas, N., Newell, A., Khavia, A. et Scanlon, A. (2019). *The Role of Blockchain Technologies in Construction Engineering Project Management [Communication de conférence]*. 25th IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC, Valbonne Sophia-Antipolis, France. <https://doi.org/10.1109/ICE.2019.8792582>

Hern, A. (2022, 29 juin). Crypto crisis: How digital currencies went from boom to collapse. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/technology/2022/jun/29/crypto-crisis-digital-currencies-boom-collapse-bitcoin-terra>

Hosseinpouli Mamaghani, F., Elahi, S. et Hassanzadeh, A. (2022). A Framework to Evaluate Readiness for Blockchain Technology Implementation. *Journal of Information Technology Management*, 14(1), 127-157. <https://doi.org/10.22059/jitm.2021.304220.2545>

Howcroft, E. (2021, 18 juin). Virtual real estate plot sells for close to \$1 mln. *Reuters*. <https://www.reuters.com/technology/virtual-real-estate-plot-sells-close-1-mln-2021-06-18/>

Hyperledger. (2015, 17 décembre). Linux Foundation unites industry leaders to advance blockchain technology. <https://www.hyperledger.org/announcements/2015/12/17/linux-foundation-unites-industry-leaders-to-advance-blockchain-technology>

IDC. (2021). *Worldwide spending on blockchain solutions from 2017 to 2024 (in billion U.S. dollars)*. <https://www.statista.com/statistics/800426/worldwide-blockchain-solutions-spending/>

Institut de Gouvernance Numérique. (2019). *Registres distribués, l'évolution de la chaîne de blocs: Impacts, enjeux et potentiels pour le Québec* ([Livre blanc]). https://www.ign.quebec/_files/ugd/99a88d_f01e508335dd473ba3e8ca5dffd5cd8f.pdf

Investopedia. (2022, 31 mars). Web 2.0 and Web 3.0. <https://www.investopedia.com/web-20-web-30-5208698>

Investopedia. (2023). Personally identifiable information (PII). <https://www.investopedia.com/terms/p/personally-identifiable-information-pii.asp>. Consulté le 2 février 2023.

Iosif, E., Christodoulou, K. et Vlachos, A. (2021). A Robust Blockchain Readiness Index Model. *Arxiv Journal*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2101.09162>

K. Wüst et A. Gervais. (2018). *Do you Need a Blockchain? [Communication de conférence]*. 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT), Zug, Suisse (p. 45-54). <https://doi.org/10.1109/CVCBT.2018.00011>

Kang, J. (2022). *Convergence Analysis of BIM & Blockchain Technology in Construction Industry Informatization [Communication de conférence]*. 4th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology, ICSSIT, Tirunelveli, India (p. 256-259). <https://doi.org/10.1109/ICSSIT53264.2022.9716352>

Karamchandani, A., Srivastava, S. K. et Srivastava, A. (2021). Enterprise blockchain: An applications-based comprehensive literature review. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 13, 1-37. <https://doi.org/10.1504/IJTIP.2021.117994>

Kotter, J. P. (2012). *Leading change: Why transformation efforts fail*. Harvard Business Review Press.

Lee, D., Lee, S. H., Masoud, N., Krishnan, M. S. et Li, V. C. (2021). Integrated digital twin and blockchain framework to support accountable information sharing in construction projects. *Automation in Construction*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103688>

Leonard, R. D. (1993). The Stone Money Of Yap. *Quarterly Journal of the Central States Numismatic Society*, 41(1), 31-34.

Leppink, J., Winston, K. et O'Sullivan, P. (2016). Statistical significance does not imply a real effect. *Perspectives on Medical Education*, 5(2), 122-124. <https://doi.org/10.1007/s40037-016-0256-6>

Lesca, N., Caron-Fasan, M. L., Loza Aguirre, E. et Chalut-Sauvannet, M. C. (2015). Drivers and barriers to the pre-adoption of strategic scanning information systems in the context of sustainable supply chain. *Système d'Information et Management*, 20(3), 1-38. <https://doi.org/10.3917/sim.153.0009>

Litan, A. (2022). *Hype cycle for blockchain and Web3*, 2022. Gartner. <https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2022/07/22/gartner-hype-cycle-for-blockchain-and-web3-2022/>

Liu, Z., Chi, Z., Osmani, M. et Demian, P. (2021). Blockchain and Building Information Management (BIM) for Sustainable Building Development within the Context of Smart Cities. *Reviews and Perspectives on Smart and Sustainable Metropolitan and Regional Cities*, 13(4), 17. <https://doi.org/10.3390/su13042090>

Lu, W., Li, X., Xue, F., Zhao, R., Wu, L. et Yeh, A. G. O. (2021). Exploring smart construction objects as blockchain oracles in construction supply chain management. *Automation in Construction*, 129, 14. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103816>

Lustenberger, M., Malešević, S. et Spychiger, F. (2021). Ecosystem Readiness: Blockchain Adoption is Driven Externally. *Frontiers in Blockchain*, 4(720454), 20. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2021.720454>

Malkov, A. (2023, 16 février). What's in store for the blockchain space in 2023: Beyond Web3. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2023/02/16/whats-in-store-for-the-blockchain-space-in-2023-beyond-web3/>

Martinez, E. (2022, 9 mars). Souriez, les paiement pourraient devenir cryptomonnaie courante dans votre entreprise ! *Les Affaires*. <https://www.lesaffaires.com/secteurs-d-activite/general/souriez-les-paiements-pourraient-devenir-cryptomonnaie-courante-dans-votre-entreprise/631413>

McDowell, M. (2022a, 29 mars). Metaverse Fashion Week: The hits and misses. *Vogue Business*. <https://www.voguebusiness.com/technology/metaverse-fashion-week-the-hits-and-misses>

McDowell, M. (2022b, 4 mai). Gucci to accept crypto in leap for luxury industry. *Vogue Business*. <https://www.voguebusiness.com/technology/gucci-takes-the-leap-will-accept-crypto-in-us-stores>

MicroStrategy. (2022, 29 mars). MacroStrategy, a Subsidiary of MicroStrategy, Closes \$205 Million Bitcoin-Collateralized Loan with Silvergate Bank to Purchase Bitcoin. *MicroStrategy Press Releases*. https://www.microstrategy.com/en/investor-relations/press/silvergate-bank-issues-205-m-loan-to-macrostrategy-collateralized-by-bitcoin_03-29-2022

Mohammed, A., Almousa, A., Ghaithan, A. et Hadidi, L. A. (2021). The Role of Blockchain in Improving the Processes and Workflows in Construction Projects. *Applied Sciences*, 11(19), 21. <https://doi.org/10.3390/app11198835>

Moir, J. (2021, 24 février). *The blockchain technology* [webinaire].

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Office québécois de la langue française. (2008). Technologie émergente. Dans *Grand dictionnaire terminologique*. <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26500743/technologie-emergente>. Consulté le 2 février 2023.

Office québécois de la langue française. (2010). Organisation. Dans *Grand dictionnaire terminologique*. <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26501398/organisation>. Consulté le 2 février 2023.

Office québécois de la langue française. (2023). Fiche du terme: Préadoption. Dans *Grand dictionnaire terminologique*. <https://www.thesaurus.gouv.qc.ca/tag/terme.do?id=9838>. Consulté le 2 février 2023.

Ostern, N. K., Holotiuk, F. et Moormann, J. (2022). Organizations' Approaches to Blockchain: A Critical Realist Perspective. *Information & Management*, 59(7), 14. <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103552>

Pellejero, S. (2021, 7 juin). MicroStrategy to sell new Bitcoin bonds. *Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/microstrategy-to-sell-new-bitcoin-bond-11623094736>

- Perera, S., Leymann, F. et Fremantle, P. (2019). A use case centric survey of Blockchain: status quo and future directions. *PeerJ Preprints*, 7, 20. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.27529>
- Philbeck, T. et Davis, N. (2019). The Fourth Industrial Revolution: Shaping A New Era. *Journal of International Affairs*, 72(1), 8.
- Philips, J. (2002). *IT Project Management: On track from start to finish*. McGraw Hill.
- Pongratz, N. (2021, 20 avril). Fashion brands using blockchain to combat counterfeiting. *Yahoo! Finance*. <https://finance.yahoo.com/news/fashion-brands-using-blockchain-combat-182607353.html>
- Post, R., Smit, K. et Zoet, M. (2023). Identifying Factors Affecting Blockchain Technology Diffusion. *Electronics*, 12(14), 20. <https://doi.org/10.3390/electronics12143006>
- Qian, X. (Alice) et Papadonikolaki, E. (2021). Shifting trust in construction supply chains through blockchain technology. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(2), 584-602. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2019-0676>
- Rivard, S. (2013). *Le développement de systèmes d'information* (4^e éd.). Presses de l'Université du Québec.
- Rivard, S., Bernard, J.-G. et Aubert, B. A. (2016). L'exposition au risque d'implantation des ERP: Éléments de mesure et atténuation. *Systèmes d'Information et Management*, 21(2), 25-50.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5^e éd.). Free Press.
- Santander. (2022, 7 mars). Santander and Agrotoken join forces to offer loans secured by cryptoassets. <https://www.santander.com/en/press-room/press-releases/2022/03/santander-and-agrotoken-join-forces-to-offer-loans-secured-by-cryptoassets>
- Schlecht, L., Schneider, S. et Buchwald, A. (2021). The prospective value creation potential of Blockchain in business models: A delphi study. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, 18. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120601>
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Portfolio Penguin.
- Schweiger, L. (2021, 22 septembre). 81 of the top 100 public companies are using blockchain technology. *Blockdata*. <https://www.blockdata.tech/blog/general/81-of-the-top-100-public-companies-are-using-blockchain-technology>

- Schweizer, A., Lockl, J., Fridgen, G., Rieger, A., Urbach, N. et Radszuwill, S. (2018). *A Solution in Search of a Problem: A Method for the Development of Blockchain Use Cases [Communication de conférence]*. Twenty-Fourth Americas Conference on Information Systems, New Orleans, LA. https://www.researchgate.net/publication/324603293_A_Solution_in_Search_of_a_Problem_A_Method_for_the_Development_of_Blockchain_Use_Cases#fullTextFileContent
- Scott, D. J., Broyd, T. et Ma, L. (2021). Exploratory literature review of blockchain in the construction industry. *Automation in Construction*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103914>
- Scribbr. (2023). Understanding P-values | Definition and Examples. <https://www.scribbr.com/statistics/p-value/>. Consulté le 3 mars 2023.
- Services Québec. (2023a). Fiche du terme: Diagramme de cas d'utilisation. Dans *Thésaurus de l'activité gouvernementale*. <https://www.thesaurus.gouv.qc.ca/tag/terme.do?id=MDL414>. Consulté le 2 février 2023.
- Services Québec. (2023b). Fiche du terme: Technologies de l'information. Dans *Thésaurus de l'activité gouvernementale*. <https://www.thesaurus.gouv.qc.ca/tag/terme.do?id=12320>. Consulté le 2 février 2023.
- Shrout, P. et Fleiss, J. (1979). Intraclass Correlations: Uses in Assessing Rater Reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420-428. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.86.2.420>
- Six, N., Herbaut, N. et Salinesi, C. (2020). Quelle Blockchain choisir ? Un outil d'aide à la décision pour guider le choix de technologie Blockchain. *Hal Open Science*. <https://hal.science/hal-02537280>
- SmartContent Publications. (2021, 14 janvier). Completing the God protocols: A comprehensive overview of Chainlink in 2021. <https://smartcontentpublication.medium.com/completing-the-god-protocols-a-comprehensive-overview-of-chainlink-in-2021-746220a0e45>
- Sonmez, R., Ahmadiheykhsarmast, S. et Gungor, A. A. (2022). BIM integrated smart contract for construction project progress payment administration. *Automation in Construction*, 139(6), 12. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104294>
- Spasov, G. (2020, 8 juin). The Baseline Protocol explained. *LimeChain*. <https://limechain.tech/blog/the-baseline-protocol-explained/>

Stein Smith, S. (2022, 1 mai). Crypto real estate is here – Bitcoin mortgages are just the beginning. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/seansteinsmith/2022/05/01/crypto-real-estate-is-here--what-investors-should-know/>

Sunny, F. A., Hajek, P., Munk, M., Abedin, M. Z., Satu, M. S., Efat, M. I. A. et Islam, M. J. (2022). A Systematic Review of Blockchain Applications. *IEEE Access*, 10, 59155-59177. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3179690>

SUSE. (2023). Scalability. Dans *SUSE Defines*. <https://www.suse.com/suse-defines/definition/scalability/>. Consulté le 2 février 2023.

Szabo, N. (1997). *The God protocols*. Nakamoto Institute. <https://nakamotoinstitute.org/the-god-protocols/>

Tapscott, D. et Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind Bitcoin is changing money, business, and the world*. Portfolio.

Tata Steel. (2021, 24 novembre). Tata Steel executes the inaugural blockchain enabled trade between India and Bangladesh. *Tata Steel Newsroom*. <https://www.tatasteel.com/media/newsroom/press-releases/india/2021/tata-steel-executes-the-inaugural-blockchain-enabled-trade-between-india-and-bangladesh/>

Tesla. (2021). *What you need to know if you use Bitcoin*. https://www.tesla.com/assets/pdf/BTC_What_You_Need_To_Know_en_US.pdf

Tornatzky, L. G. et Fleischer, M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington Books.

Turk, I. et Klinc, R. (2017). *Potentials of Blockchain Technology for Construction Management [Communication de conférence]*. Creative Construction Conference, CCC, Primosten, Croatia (vol. 196, p. 638-645). <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.052>

Udokwu, C., Norta, A. et Wenna, C. (2021). *Designing a Collaborative Construction-Project Platform on Blockchain Technology for Transparency, Traceability, and Information Symmetry [Communication de conférence]*. 2nd Asia Service Sciences and Software Engineering Conference, ASSE, Macau, China (p. 1-9). <https://doi.org/10.1145/3456126.3456134>

Université Laval. (2022a). *Chaire de recherche sur les contrats intelligents et la chaîne de blocs - Chambre des notaires du Québec*. <https://www.chainedeblocs.chaire.ulaval.ca/>

Université Laval. (2022b). *Sehl Mellouli*. <https://www4.fsa.ulaval.ca/enseignant/sehl-mellouli/>

University of Nicosia in Cyprus. (2022). *Blockchain programs*. <https://www.unic.ac.cy/blockchain/>

Van Boom, D. (2023, 19 mars). ChatGPT can pass the Bar exam. Does that actually matter? *CNET*. <https://www.cnet.com/tech/chatgpt-can-pass-the-bar-exam-does-that-actually-matter/>

Walmart. (2018, 24 septembre). In wake of romaine E.coli scare, Walmart deploys blockchain to track leafy greens. *Walmart Newsroom*. <https://corporate.walmart.com/newsroom/2018/09/24/in-wake-of-romaine-e-coli-scare-walmart-deploys-blockchain-to-track-leafy-greens>

Wood, G. (2014, 17 avril). DApps: What Web 3.0 Looks Like. *Insights into a Modern World*. <https://gavwood.com/dappsweb3.html>

Yang, J., Lee, D., Baek, C., Park, C., Lan, B. Q. et Lee, D. (2022). Leveraging Blockchain for Scaffolding Work Management in Construction. *IEEE Access*, 10, 39220-39238.

Ye, X., Zeng, N. et König, M. (2022). Systematic literature review on smart contracts in the construction industry: Potentials, benefits, and challenges. *Frontiers of Engineering Management*, 9, 196-213. <https://doi.org/10.1007/s42524-022-0188-2>

Yuthas, K. (2021). Strategic Value Creation through Enterprise Blockchain. *The Journal of The British Blockchain Association*, 4, 1-10. [https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-\(7\)2021](https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-(7)2021)

Zyda, M. (2022). Let's Rename Everything « the Metaverse! » *Computer*, 55(3), 124-129. <https://doi.org/10.1109/MC.2021.3130480>

ANNEXE A QUESTIONNAIRE D'ENTREVUE SEMI-DIRIGÉ

NOTE AU LECTEUR : Ce questionnaire a été utilisé pour la collecte de données lors de l'initiative de collaboration avec le partenaire industriel. Il vise à faire comprendre la nature des informations qui visaient à être obtenues initialement lors du projet de recherche. Le fruit des entrevues ayant suivi le présent questionnaire est résumé à l'annexe B.

Le questionnaire est divisé en deux volets. Le premier volet (A) porte sur votre contexte de travail, ainsi que celui de votre équipe. Ces informations seront utiles pour peindre un portrait réaliste de votre quotidien et impact au travail. Le second volet (B) porte spécifiquement sur ce choix. Pour chacun des volets, certaines questions sont destinées à des professionnels ayant une compréhension considérable du processus de gestion des paiements.

N.B. Le responsable du projet de recherche reconnaît qu'il est irréaliste de poser l'ensemble des questions suivantes en 60 minutes, et d'en obtenir des réponses de qualité. Il faut plutôt voir ce questionnaire comme un guide (une feuille de route des informations que chaque entrevue devrait idéalement obtenir). Étant donné que les participants obtiendront une copie de ce questionnaire à l'avance, ils pourront se faire une meilleure idée du genre de réponses qui seront attendues d'eux.

N.B. Les questions en gras sont prioritaires (leur réponse est jugée très importante par les responsables de recherche) ; ces questions seront donc posées en premier, au détriment des autres.

A) Questions d'ordre général sur le professionnel, son expérience et son équipe

Questions générales (peu importe le répondant)

- 1. Quelle fonction occupez-vous présentement et depuis combien de temps êtes-vous en poste ?**
- 2. Quels rôles, objectifs, responsabilités et tâches associées à cette fonction ?**
 - a. Pistes de réponse : à quoi ressemble une journée/semaine typique ?

- b. Quels sont les principaux processus dont vous êtes partiellement ou entièrement responsables ?
 - c. Quels outils ou systèmes informatiques utilisez-vous pour accomplir quelles tâches, et à quelles fins ?
- 3. Quels sont les rôles, objectifs, responsabilités et tâches associées à votre département/équipe immédiate ?**
- 4. Avec quels acteurs internes et externes interagissez-vous, et dans le cadre de quels processus ?**

Questions spécifiques pour les professionnels ayant une compréhension considérable dans les projets d'innovation et R&D chez le partenaire industriel

- 5. De manière générale, quel est votre rôle dans les projets d'innovation ?**
- a. Pistes de réponse : Analyser, conseiller, planifier, approuver, etc., des projets/idées.
- 6. Comment de nouvelles opportunités d'innovation sont-elles identifiées et priorisées ?**
7. Quel est l'apport de l'équipe des affaires légales quant à l'exploration et l'acquisition de nouvelles technologies/méthodes, et les cas d'utilisation qui pourraient en découler ?
- a. Agit-elle davantage à titre de conseillère ou de décideuse ?
8. Que savez-vous sur les études menées dans le passé dans la compagnie quant aux blockchains (et contrats intelligents) et leur potentiel d'utilisation à l'interne ?
- a. À l'époque, pourquoi cette technologie avait-elle été écartée au profit d'autres initiatives ?

Questions spécifiques pour les professionnels ayant une compréhension considérable du processus de gestion des paiements chez le partenaire industriel

- 9. Quel est votre rôle dans le processus de gestion des paiements ?**
- 10. Quels autres membres de votre équipe sont impliqués dans le processus de gestion des paiements ?**
- 11. Qui sont les autres acteurs internes impliqués dans le processus de gestion des paiements ?**
- 12. Avec quels acteurs [externes] interagissez-vous dans le cadre du processus de gestion des paiements ?**
13. Autant que vous sachiez, quelle est la durée moyenne d'un cycle dans le processus de gestion des paiements ?
14. Quelles sont les erreurs/exceptions les plus fréquentes ?
15. Quelles sont les causes de ces erreurs/exceptions ?
16. Comment ces erreurs/exceptions sont-elles gérées et réglées

B) Cas d'utilisation potentiels des blockchains et contrats intelligents

Cette section comporte des questions générales puis des questions spécifiques destinées aux professionnels ayant une compréhension considérable du processus de gestion des paiements.

Questions générales (peu importe le répondant)

17. Que savez-vous sur la blockchain (Blockchain) ?

- a. Au besoin, mentionner : *en affaires, une blockchain est principalement utilisée par des partenaires appartenant à diverses organisations, et qui sont partiellement responsables d'exécuter un ou plusieurs processus. Chaque acteur/organisation conserve sa propre copie de la base de données, et doit approuver dans certains cas de nouveaux renseignements dont elle est source de vérité.*

18. Que savez-vous sur les contrats intelligents ?

- a. Au besoin, mentionner : *un contrat intelligent est un programme informatique qui permet d'automatiser des processus en effectuant des transactions sur la blockchain dès qu'un ensemble de conditions prédéfinies sont respectées (par exemple, faire un paiement si la facture a été vérifiée et approuvée).*

Questions spécifiques pour les professionnels ayant une compréhension considérable du processus de gestion des paiements chez le partenaire industriel

19. À votre avis, comment le processus de gestion des paiements pourrait-il être amélioré ?

- a. Pistes de réponse : *son efficacité, son taux d'exceptions/erreurs, son potentiel d'automatisation, etc. ?*

- b. Arrive-t-il parfois ou souvent des désaccords avec un ou plusieurs acteurs impliqués dans le processus de gestion des paiements (qu'ils soient internes ou externes) ?
- c. Quelles sont les frustrations que vous éprouvez dans le cadre du processus de gestion des paiements et à quels moments surviennent-elles ?

20. À votre avis, en quoi le nombre d'acteurs internes et externes impliqués dans le processus de gestion des paiements contribue-t-il à sa complexité ?

21. Autant que vous sachiez, quels projets ont été menés ou sont en cours afin d'améliorer le processus de gestion des paiements ?

a. Pour chaque projet passé mentionné (si applicable) :

- Jugez-vous que ce projet a amélioré l'état des choses et si oui, comment ?
- Jugez-vous que ce projet aurait pu être mieux mené ou livrer davantage de valeur et si oui, comment ?

b. Pour chaque projet en cours mentionné (si applicable) :

- Jugez-vous que ce projet présente un potentiel d'améliorer l'état des choses et si oui, comment ?

22. Autant que vous sachiez, quelles caractéristiques un projet d'amélioration du processus de gestion des paiements devrait-il avoir ?

- a. Pistes de réponse : être mené par une équipe/département spécifique, utiliser une certaine technologie, être automatisé, etc.
- b. Autant que vous sachiez, que pensez-vous de l'utilisation d'une blockchain et/ou de contrats intelligents pour améliorer le processus de gestion des paiements ?

Questions spécifiques pour les professionnels n'étant pas impliqués dans le processus de gestion des paiements chez le partenaire industriel, ou ceux désignés pour répondre aux questions suivantes sur un processus autre que celui de la gestion des paiements

23. Si applicable, nommez-moi les processus dans lesquels vous ou votre département/équipe immédiate est impliquée, et qui possède les caractéristiques suivantes :
 - a. On s'intéresse au suivi d'un actif (ex. : ressource matérielle, humaine ou financière)
 - b. On s'intéresse au cycle de vie complet de cet actif (on veut connaître la chaîne d'événements ayant mené à aujourd'hui)
 - c. L'évolution de cet actif évalue de manière non aléatoire (elle suit des règles bien connues et définies)
 - d. Nous ne sommes pas l'unique source de vérité quant à cet actif (d'autres départements et/ou partenaires externes collaborent avec nous)
24. Quel est votre rôle dans ce processus ?
25. Quels autres membres de votre équipe sont impliqués dans ce processus ?
26. Qui sont les autres acteurs internes impliqués dans ce processus ?
27. Avec quels facteurs externes interagissez-vous dans le cadre de ce processus ?
28. Autant que vous sachiez, quelle est la durée moyenne d'un cycle complet pour ce processus ?
29. Quelles sont les erreurs/exceptions les plus fréquentes ?
30. Quelles sont les causes de ces erreurs/exceptions ?
31. Comment ces erreurs/exceptions sont-elles gérées et réglées ?
32. À votre avis, comment ce processus pourrait-il être amélioré ?

- a. Pistes de réponse : son efficacité, son taux d'exceptions/erreurs, son potentiel d'automatisation, etc. ?
 - b. Arrive-t-il parfois ou souvent des désaccords avec un ou plusieurs acteurs impliqués dans ce processus (qu'ils soient internes ou externes) ?
 - c. Quelles sont les frustrations que vous éprouvez dans le cadre de ce processus et à quels moments surviennent-elles ?
33. À votre avis, en quoi le nombre d'acteurs internes et externes impliqués dans ce processus contribue-t-il à sa complexité ?
34. Autant que vous sachiez, quels projets ont été menés ou sont en cours afin d'améliorer ce processus ?
- a. Pour chaque projet passé mentionné (si applicable) :
 - Jugez-vous que ce projet a amélioré l'état des choses et si oui, comment ?
 - Jugez-vous que ce projet aurait pu être mieux mené ou livrer davantage de valeur et si oui, comment ?
 - b. Pour chaque projet en cours mentionné (si applicable) :
 - Jugez-vous que ce projet présente un potentiel d'améliorer l'état des choses et si oui, comment ?
35. Autant que vous sachiez, quelles caractéristiques un projet d'amélioration de ce processus devrait-il avoir ?
- a. Pistes de réponse : être mené par une équipe/département spécifique, utiliser une certaine technologie, être automatisé, etc.
 - b. Autant que vous sachiez, que pensez-vous de l'utilisation d'une blockchain et/ou de contrats intelligents pour améliorer ce processus ?

Fin du questionnaire.

ANNEXE B COLLECTE DE DONNÉES CHEZ LE PARTENAIRE INDUSTRIEL

Entrevues

La collecte des données pour cette étude a consisté en des entretiens avec le personnel de cinq départements différents. Quatre d'entre eux provenaient des affaires juridiques, deux de la comptabilité/des finances, un des systèmes, un du contrôle de la qualité et un de la gestion de projet, soit un total de neuf entretiens. Il a souvent été observé que les participants orientaient le chercheur vers d'autres services pour obtenir des informations complémentaires sur le sujet en question (par exemple, les affaires juridiques recommandaient de consulter le service des finances pour des questions spécifiques, etc.)

Cependant, malgré ces efforts considérables, l'étude n'a pas pu identifier un cas d'utilisation définitif de la blockchain au sein de l'organisation. Il a été observé que les entretiens ont été accueillis avec plus ou moins de résistance. Le participant du contrôle de la qualité, par exemple, a souligné le volume élevé des projets en cours et le manque de temps pour s'occuper des nouveaux projets, un sentiment qui suggère la surcharge existante et le scepticisme à l'égard de l'intégration d'une nouvelle technologie telle que la blockchain. De même, le représentant de la gestion de projet a exprimé des préoccupations concernant la prolifération des logiciels et des procédures associées, indiquant une réticence générale à l'égard de l'adoption d'un autre système qui pourrait compliquer davantage leur charge de travail.

En outre, un thème dominant parmi les personnes interrogées était leur méconnaissance du concept de blockchain. Nombre d'entre elles ont avoué avoir fait des recherches sur Internet après avoir reçu l'invitation à l'entretien, ce qui témoigne d'un manque de connaissance et de compréhension de la technologie blockchain.

Ces facteurs contribuent à ce que l'on peut appeler la "résistance perçue", qui peut avoir un impact sur la qualité des informations recueillies au cours des entretiens. La résistance semble provenir non pas des capacités de la technologie blockchain elle-même, mais de la réticence des personnes interrogées à l'égard des nouveaux systèmes, peut-être en raison de leurs expériences antérieures. Cela n'exclut pas les avantages potentiels de la blockchain pour diverses fonctions ou processus au sein de l'organisation, mais suggère plutôt que l'approche actuelle peut avoir été inefficace pour

générer des impressions positives ou obtenir des informations substantielles sur les applications possibles de la blockchain.

En outre, l'étude s'est écartée de la méthode recommandée par la BTA, qui suggère de commencer les entretiens avec les dirigeants de l'organisation avant de passer au reste du personnel. Au lieu de cela, l'étude s'est appuyée sur un représentant travaillant pour le partenaire industriel pour recouper les cas d'utilisation, ce qui a pu influencer les résultats et la compréhension globale des applications potentielles de la blockchain au sein de l'organisation.

Enfin, la section suivante (0) résume une demande qui avait été faite au partenaire industriel (soit, l'envoi de leurs documentations de processus et d'architecture TI à l'équipe de recherche)

Documentation interne du partenaire industriel

À quelques reprises, le partenaire a été prié de fournir de la documentation interne comme recommandé par la BTA pour mieux comprendre les besoins d'affaires d'une organisation. Cependant, le partenaire a mentionné que ses processus de gestion et règles d'affaires n'étaient aucunement documentés, et aucun document n'a été transmis. Ainsi, la collecte de données reposait uniquement sur les informations obtenues lors d'entrevues individuelles.

ANNEXE C QUESTIONNAIRE DELPHI (RONDE 1)

Vous vous apprêtez à répondre au Questionnaire Delphi Ronde 1. Cela devrait vous prendre tout au plus 15 minutes. Référez-vous au formulaire de consentement que vous avez préalablement signé pour plus d'informations.

Le questionnaire est divisé en trois parties.

- La partie (A) comprend des définitions visant à définir les termes utilisés dans ce questionnaire.
- La partie (B) porte sur votre contexte et votre expérience de travail. Ces informations seront utiles pour peindre un portrait d'ensemble des répondants ayant participé à notre étude.
- La partie (C) constitue le cœur de l'étude. Elle vise à recueillir votre opinion sur divers sujets reliés à la technologie blockchain.

Notre revue de littérature a permis de constater qu'il n'existe aucun consensus quant aux pratiques d'excellence pour pré-adopter avec succès la technologie des blockchains, soit :

- Les étapes à exécuter avant d'adopter la blockchain (et leur ordre)
- Les critères auxquels tout cas d'utilisation blockchain doit satisfaire
- Les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la blockchain

Cette activité de recherche vise à établir un consensus sur la question, à l'aide de questionnaires administrés en plusieurs rondes. Nous prévoyons de procéder en trois rondes (vous répondez actuellement au questionnaire de la première ronde).

A) Définitions

- Registre distribué (*Distributed Ledger Technology – DLT*) : Registre simultanément enregistré et synchronisé sur un réseau d'ordinateurs, qui évolue par l'addition de nouvelles informations préalablement validées par l'entière du réseau et destinées à ne jamais être modifiées ou supprimées.
- Blockchain : Base de données distribuée et sécurisée, dans laquelle sont stockées chronologiquement, sous forme de blocs liés les uns aux autres, les transactions successives effectuées entre ses utilisateurs depuis sa création.
- Organisation (*Organization*) : Groupement de personnes structuré au sein d'une entité repérable qui s'unit, coordonne ses actions et met en œuvre des moyens afin d'atteindre des objectifs et de répondre à des besoins.
 - Exemple : Entreprise, entité gouvernementale, organisme à but non lucratif, consortium, etc.
- Technologie émergente (*Emerging Technology*) : Technologie qui se trouve au stade de la recherche et des premières applications expérimentales et qui est susceptible de modifier les conditions de la concurrence dans une activité donnée.

- Pré-adoption : Processus visant à faire connaître une technologie, évaluer son potentiel disruptif, conduire une courte exploration de celle-ci, et concevoir des prototypes.
- Cas d'utilisation (Use Case) : Ensemble d'actions précises rendu possible par un outil (ici, la blockchain) afin de permettre à ses utilisateurs d'atteindre des objectifs définis. Des exemples de cas d'utilisation pour l'intelligence artificielle sont : « Automatiser un flux de travail », « Prédire la météo », « Générer du contenu », etc. Chaque cas d'utilisation possède ainsi une combinaison unique d'utilisateurs, de fonctionnalités, d'objectifs, et de règles.
- Évolutivité (Scalability) : Capacité d'une application ou d'un produit informatique (matériel ou logiciel) à continuer de fonctionner correctement lorsqu'il (ou son contexte) est modifié en taille ou en volume afin de répondre à un besoin de l'utilisateur.
- Renseignement identificatoire (Personally Identifiable Information) : Toute information permettant d'identifier directement une personne.

B) Questions d'ordre général sur vous

Quel poste occupez-vous actuellement dans votre organisation ?

Veillez écrire votre réponse ici :

Depuis combien d'années développez-vous une expertise en blockchain ?

Veillez écrire votre réponse ici :

C) Perspectives et opinions sur la pré-adoption de la blockchain

Cette section vise à recueillir votre opinion sur divers sujets reliés à la blockchain. Elle comprend trois parties.

Nous vous demandons de répondre uniquement en fonction de votre propre expertise en blockchain.

C.1 — ÉTAPES À SUIVRE POUR UNE PRÉ-ADOPTION RÉUSSIE DE LA BLOCKCHAIN

Contexte : Il n'existe aucun consensus quant aux **activités qu'une organisation devrait accomplir pour réussir sa pré-adoption de la technologie blockchain et en dégager des bénéfices**. La liste ci-dessous contient celles le plus souvent citées par les chercheurs. Pour chaque activité (ligne), veuillez indiquer le niveau d'importance que vous lui accordez (colonne), selon l'échelle ci-bas :

Variable linguistique	Valeur de préférence
-----------------------	----------------------

Pas du tout important	1
Pas important	2
Assez important	3
Important	4
Très important	5
Ne sait pas	N/A

IMPORTANT : Veuillez vous référer aux définitions de la première page au besoin.

AVANT DE DÉFINIR DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN, IL FAUT...

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5	N/A
Réviser les objectifs stratégiques de l'organisation (à court, moyen, et long terme).						
Cartographier l' infrastructure technologique actuelle de l'organisation.						
Identifier les forces, faiblesses, opportunités, et menaces propres à l'organisation FFOM (SWOT).						
Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur la blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).						
Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur la blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).						
Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la blockchain.						
Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur des technologies émergentes pouvant être utilisées avec la blockchain.						
Recruter des experts blockchain .						
Recruter des experts en technologies émergentes .						
Documenter les tendances en blockchain à travers le monde (les cas d'utilisation actuellement jugés les plus prometteurs selon les experts).						

Documenter les tendances en **blockchain** dans le **secteur** dans lequel l'organisation opère (les cas d'utilisation priorités par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).

Documenter les **tendances technologiques** à travers le **monde** (les technologies qui font actuellement le plus parler le monde des affaires).

Documenter les **tendances technologiques** dans le **secteur** dans lequel l'organisation opère (les technologies priorités par des organisations ayant des modèles d'affaires similaires).

1	2	3	4	5	N/A

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter une étape, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des étapes non mentionnées précédemment que vous jugez importantes, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veuillez écrire votre réponse ici :

AU MOMENT DE DÉFINIR DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN, IL FAUT...

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

Identifier le plus de cas d'utilisation blockchain possibles pour l'organisation (sans s'informer préalablement des tendances blockchain).

Identifier le plus de cas d'utilisation possibles de la technologie (après s'être informé préalablement des tendances blockchain)

Impliquer plusieurs niveaux de gestion dans l'organisation (à la fois des cadres et non-cadres) pour identifier des cas d'utilisation blockchain.

Impliquer les cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation blockchain.

Impliquer les employés non-cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation blockchain.

1	2	3	4	5	N/A

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter une étape, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des étapes non mentionnées précédemment que vous jugez importantes, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veillez écrire votre réponse ici :

APRÈS AVOIR DÉFINI DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN, IL FAUT...

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5	N/A
Regrouper les cas d'utilisation identifiés présentant des similarités entre eux						
Valider chaque cas d'utilisation retenu auprès des cadres de l'organisation						
Valider chaque cas d'utilisation retenu auprès des employés responsables d'exécuter tout processus visé						
Retenir un seul cas d'utilisation pour le prototypage						
Retenir plusieurs cas d'utilisation pour le prototypage						

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter une étape, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des étapes non mentionnées précédemment que vous jugez importantes, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veillez écrire votre réponse ici :

C.2 — CRITÈRES POUR ÉVALUER UN CAS D'UTILISATION

Contexte : Il n'existe aucun consensus quant aux **critères devant être satisfaits par tout cas d'utilisation blockchain afin d'être considéré valide**. La liste ci-dessous contient ceux les plus souvent cités en recherche. Pour chaque critère (ligne), veuillez indiquer le niveau d'importance que vous lui accordez (colonne), selon l'échelle ci-bas :

Variable linguistique	Valeur de référence
Pas du tout important	1
Pas important	2
Assez important	3

Important	4
Très important	5
Ne sait pas	N/A

EXEMPLE : Voter 5 à « Le cas d'utilisation permettrait d'automatiser une ou plusieurs tâches à l'aide de contrats intelligents » signifierait que selon l'expert, un bon cas d'utilisation blockchain doit absolument permettre l'automatisation d'une ou plusieurs tâches. Voter 1, en revanche, voudrait dire que ce critère est un « bon à avoir », et qu'un cas d'utilisation blockchain peut être « bon » même s'il ne permet pas d'automatiser une ou des tâches.

CE CRITÈRE EST PERTINENT POUR ÉVALUER DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5	N/A
<u>Disponibilité</u> : le système conçu pour le cas d'utilisation doit être accessible en tout temps (24/7).						
<u>Évolutivité</u> : le système conçu pour le cas d'utilisation doit être capable de s'adapter à une augmentation de l'achalandage dans le temps.						
<u>Interopérabilité</u> : le cas d'utilisation doit être capable de s'intégrer et de communiquer avec d'autres systèmes que l'organisation utilise déjà.						
<u>Impact environnemental</u> : le cas d'utilisation doit contribuer aux objectifs de développement durable de l'organisation (soit en réduisant sa consommation d'énergie ou ses émissions de gaz à effet de serre).						
<u>Impact social</u> : le cas d'utilisation doit présenter des avantages à l'échelle de la société (alléger problèmes de santé, pauvreté, crime, etc.).						
<u>Simplicité</u> : la solution conçue pour le cas d'utilisation doit être facile d'utilisation pour tout utilisateur, qu'il ait des connaissances en blockchain ou pas.						
<u>Démontrabilité</u> : le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de prouver sa conformité à au moins une réglementation à laquelle elle est assujettie.						
<u>Désintermédiation</u> : le cas d'utilisation doit permettre l'élimination d'au moins un intermédiaire dans le processus visé.						

Confidentialité : la solution conçue pour le cas d'utilisation ne doit pas stocker des renseignements identificatoires (Personally Identifiable Information).

Segmentation en unités — Jetonisation (Tokenization) : le cas d'utilisation doit prendre en charge la création et la gestion de jetons (Tokens).

Automatisation : le cas d'utilisation doit impliquer l'exécution de contrats intelligents et/ou d'oracles.

Satisfaction : à terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation de la satisfaction des clients.

Coûts : à terme, le cas d'utilisation doit mener à des économies de coûts.

Revenus : à terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation des revenus.

Multipartite : le cas d'utilisation doit impliquer plus d'un acteur externe à l'organisation.

Rapidité : la solution conçue pour le cas d'utilisation doit être aussi rapide que des alternatives non-blockchain (par exemple : une base de données SQL).

1	2	3	4	5	N/A

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter un critère, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des critères non mentionnés précédemment que vous jugez importants, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veuillez écrire votre réponse ici :

C.3 — CONDITIONS FACILITANT L'ADOPTION DE LA BLOCKCHAIN DANS UNE ORGANISATION

Contexte : Il n'existe aucun consensus quant aux **conditions qui pourraient indiquer pour qu'une organisation est prête à adopter la blockchain**. La liste ci-dessous contient celles les plus citées en recherche. Pour chaque condition (ligne), veuillez indiquer le niveau d'importance que vous lui accordez (colonne), selon l'échelle ci-bas :

Variable linguistique	Valeur de préférence
Pas du tout important	1

Pas important	2
Assez important	3
Important	4
Très important	5
Ne sait pas	N/A

EXEMPLE : Voter 5 à « L'organisation emploie la méthodologie agile dans ses projets » signifierait que, selon l'expert, cette condition doit absolument être présente pour qu'une organisation soit considérée prête à implémenter une blockchain. Voter 1, en revanche, voudrait dire que cette condition n'est aucunement indicative de quoi que ce soit.

IMPORTANT : Veuillez vous référer aux définitions de la première page au besoin.

POUR ÊTRE CONSIDÉRÉE « PRÊTE » À ADOPTER LA BLOCKCHAIN...

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5	N/A
L'organisation possède un bureau de transformation numérique (<i>Transformation Office</i>).						
L'organisation emploie la méthodologie agile dans ses projets.						
L'organisation possède une équipe 100 % affectée à des initiatives d'innovation (recherche et développement).						
L'organisation possède des ressources expérimentées en blockchain à l'interne.						
L'organisation a une culture qui valorise l'innovation et l'expérimentation, et est ouverte à l'adoption de nouvelles technologies (telles que la blockchain).						
L'organisation possède une équipe de direction qui souhaite explorer activement l'usage de la blockchain (en d'autres mots, la direction veut être impliquée dans le processus d'exploration de la blockchain).						
L'organisation a été approchée par au moins un client qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la blockchain.						

L'organisation a été approchée par au moins un partenaire qui lui a suggéré ou demandé d'explorer la blockchain.

Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il explorait actuellement la blockchain.

Au moins un compétiteur (direct ou indirect) de l'organisation a annoncé publiquement qu'il utilisait désormais la blockchain.

L'organisation possède au moins un champion blockchain (qui a manifesté son intérêt envers la blockchain ET qui souhaite explorer l'utilisation de la technologie à l'interne).

1	2	3	4	5	N/A

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter une condition, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des conditions non mentionnées précédemment que vous jugez importantes, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veuillez écrire votre réponse ici :

Vous avez terminé de répondre au questionnaire. Veuillez cliquer sur « Envoyer » pour soumettre vos réponses.

Merci beaucoup pour vos réponses. Vous recevrez un avis par courriel lorsque le questionnaire de la deuxième ronde sera prêt.

Envoyer votre questionnaire.

Merci d'avoir rempli ce questionnaire.

ANNEXE D QUESTIONNAIRE DELPHI (RONDE 2)

Vous vous apprêtez à répondre au Questionnaire Delphi Ronde 2. Cela devrait vous prendre tout au plus 15 minutes. Référez-vous au formulaire de consentement que vous avez préalablement signé pour plus d'informations.

Le questionnaire est divisé en deux parties.

- La partie (A) comprend des définitions visant à définir les termes utilisés dans ce questionnaire.
- La partie (B) constitue le cœur de l'étude. Elle vise à recueillir votre opinion sur divers sujets reliés à la technologie blockchain.

Lors de la Ronde 1, nous vous avons sondé quant aux pratiques organisationnelles d'excellence pour pré-adopter avec succès la technologie des chaînes de blocs (communément appelé *Blockchain*), soit :

- Les étapes à exécuter avant d'adopter la Blockchain (et leur ordre d'exécution)
- Les critères auxquels tout cas d'utilisation Blockchain doit satisfaire
- Les conditions indiquant qu'une organisation est prête à adopter la Blockchain

Dans cette ronde, vous recevrez les résultats de la Ronde 1. Pour chaque élément, nous vous rappelons votre réponse initiale et fournissons la moyenne du groupe.

Vous êtes invité.e à répondre à nouveau en tenant compte de la position du groupe, si vous le souhaitez ; vous pouvez également maintenir votre réponse initiale.

Les éléments étiquetés "Nouvel item" proviennent de commentaires laissés par d'autres répondants lors de la Ronde 1.

Comme pour de la Ronde 1, vous êtes également invité.e à fournir des commentaires additionnels aux endroits désignés.

A) Définitions

- Registre distribué (*Distributed Ledger Technology – DLT*) : Registre simultanément enregistré et synchronisé sur un réseau d'ordinateurs, qui évolue par l'addition de nouvelles informations préalablement validées par l'entière du réseau et destinées à ne jamais être modifiées ou supprimées.
- Blockchain : Base de données distribuée et sécurisée, dans laquelle sont stockées chronologiquement, sous forme de blocs liés les uns aux autres, les transactions successives effectuées entre ses utilisateurs depuis sa création.
- Organisation (*Organization*) : Groupement de personnes structuré au sein d'une entité repérable qui s'unit, coordonne ses actions et met en œuvre des moyens afin d'atteindre des objectifs et de répondre à des besoins.
 - Exemple : Entreprise, entité gouvernementale, organisme à but non lucratif, consortium, etc.
- Technologie émergente (*Emerging Technology*) : Technologie qui se trouve au stade de la recherche et des premières applications expérimentales et qui est susceptible de modifier les conditions de la concurrence dans une activité donnée.
- Pré-adoption : Processus visant à faire connaître une technologie, évaluer son potentiel disruptif, conduire une courte exploration de celle-ci, et concevoir des prototypes.
- Cas d'utilisation (*Use Case*) : Ensemble d'actions précises rendu possible par un outil (ici, la blockchain) afin de permettre à ses utilisateurs d'atteindre des objectifs définis. Des exemples de cas d'utilisation pour l'intelligence artificielle sont : « Automatiser un flux de travail », « Prédire la météo », « Générer du contenu », etc. Chaque cas d'utilisation possède ainsi une combinaison unique d'utilisateurs, de fonctionnalités, d'objectifs, et de règles.
- Évolutivité (*Scalability*) : Capacité d'une application ou d'un produit informatique (matériel ou logiciel) à continuer de fonctionner correctement lorsqu'il (ou son contexte) est modifié en taille ou en volume afin de répondre à un besoin de l'utilisateur.
- Renseignement identificateur (*Personally Identifiable Information*) : Toute information permettant d'identifier directement une personne.

B) Perspectives et opinions sur la pré-adoption de la blockchain

Cette section vise à recueillir votre opinion sur divers sujets liés à la blockchain. Elle comprend trois parties.

Nous vous demandons de répondre uniquement en fonction de votre propre expertise en blockchain.

B.1 — ÉTAPES À SUIVRE POUR UNE PRÉ-ADOPTION RÉUSSIE DE LA BLOCKCHAIN

Contexte : Il n'existe aucun consensus quant aux **activités qu'une organisation devrait accomplir pour réussir sa pré-adoption de la technologie blockchain et en dégager des bénéfices**. La liste ci-dessous contient celles le plus souvent citées par les chercheurs. Pour chaque activité (ligne), veuillez indiquer le niveau d'importance que vous lui accordez (colonne), selon l'échelle ci-bas :

Variable linguistique	Valeur de préférence
-----------------------	----------------------

Pas du tout important	1
Pas important	2
Assez important	3
Important	4
Très important	5
Ne sait pas	N/A

IMPORTANT : Veuillez vous référer aux définitions de la première page au besoin.

AVANT DE DÉFINIR DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN, IL FAUT...

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5	N/A
Réviser les objectifs stratégiques de l'organisation (à court, moyen, et long terme).						
<u>Votre réponse Ronde 1</u> : 4,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 4,3						
Cartographier l' infrastructure technologique actuelle de l'organisation.						
<u>Votre réponse Ronde 1</u> : 4,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 4,3						
Identifier les forces, faiblesses, opportunités, et menaces propres à l'organisation FFOM (SWOT).						
<u>Votre réponse Ronde 1</u> : 5,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 3,6						
Offrir de la formation aux cadres de l'organisation sur la blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).						
<u>Votre réponse Ronde 1</u> : 4,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 4,1						
Offrir de la formation aux employés non-cadres de l'organisation sur la blockchain (histoire, propriétés, fonctionnalités, avantages, et limites).						

Votre réponse Ronde 1 : 4,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,8

Nouvel item : Cartographier l'architecture organisationnelle (ensemble des processus, gouvernance, etc.)

Nouvel item : Déterminer si l'organisation suit le marché dans son exploration de la blockchain

Nouvel item : Identifier les bénéfices que l'organisation attend de la blockchain.

Nouvel item : Mettre sur pied et former l'équipe qui va piloter le futur projet blockchain.

Nouvel item : S'assurer d'un alignement stratégique entre la blockchain et les objectifs organisationnels

1	2	3	4	5	N/A

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter une étape, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des étapes non mentionnées précédemment que vous jugez importantes, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veillez écrire votre réponse ici :

AU MOMENT DE DÉFINIR DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN, IL FAUT...

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

Identifier le plus de cas d'utilisation blockchain possibles pour l'organisation (sans s'informer préalablement des tendances blockchain).

Votre réponse Ronde 1 : 4,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 2,2

Identifier le plus de cas d'utilisation possibles de la technologie (après s'être informé préalablement des tendances blockchain)

Votre réponse Ronde 1 : 5,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,6

1	2	3	4	5	N/A

Impliquer plusieurs niveaux de gestion dans l'organisation (à la fois des cadres et non-cadres) pour identifier des cas d'utilisation blockchain.

Votre réponse Ronde 1 : 5,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 4,1

Impliquer les cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation blockchain.

Votre réponse Ronde 1 : 4,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 4,1

Impliquer les employés non-cadres de l'organisation pour identifier des cas d'utilisation blockchain.

Votre réponse Ronde 1 : 4,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,4

1	2	3	4	5	N/A

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter une étape, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des étapes non mentionnées précédemment que vous jugez importantes, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veuillez écrire votre réponse ici :

APRÈS AVOIR DÉFINI DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN, IL FAUT...

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

Regrouper les cas d'utilisation identifiés présentant des similarités entre eux

Votre réponse Ronde 1 : 4,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,8

Valider chaque cas d'utilisation retenu auprès des cadres de l'organisation

Votre réponse Ronde 1 : 4,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 4,1

1	2	3	4	5	N/A

Valider chaque cas d'utilisation retenu auprès des employés responsables d'exécuter tout processus visé

Votre réponse Ronde 1 : 5,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,4

Retenir un seul cas d'utilisation pour le prototypage

Votre réponse Ronde 1 : 3,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,1

Retenir plusieurs cas d'utilisation pour le prototypage

Votre réponse Ronde 1 : 3,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,2

1	2	3	4	5	N/A

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter une étape, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des étapes non mentionnées précédemment que vous jugez importantes, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veillez écrire votre réponse ici :

B.2 — CRITÈRES POUR ÉVALUER UN CAS D'UTILISATION

Contexte : Il n'existe aucun consensus quant aux **critères devant être satisfaits par tout cas d'utilisation blockchain afin d'être considéré valide**. La liste ci-dessous contient ceux les plus souvent cités en recherche. Pour chaque critère (ligne), veuillez indiquer le niveau d'importance que vous lui accordez (colonne), selon l'échelle ci-bas :

Variable linguistique	Valeur de référence
Pas du tout important	1
Pas important	2
Assez important	3
Important	4
Très important	5

Ne sait pas	N/A
-------------	-----

EXEMPLE : Voter 5 à « Le cas d'utilisation permettrait d'automatiser une ou plusieurs tâches à l'aide de contrats intelligents » signifierait que selon l'expert, un bon cas d'utilisation blockchain doit absolument permettre l'automatisation d'une ou plusieurs tâches. Voter 1, en revanche, voudrait dire que ce critère est un « bon à avoir », et qu'un cas d'utilisation blockchain peut être « bon » même s'il ne permet pas d'automatiser une ou des tâches.

CE CRITÈRE EST PERTINENT POUR ÉVALUER DES CAS D'UTILISATION BLOCKCHAIN

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5	N/A
<u>Disponibilité</u> : le système conçu pour le cas d'utilisation doit être accessible en tout temps (24/7). <u>Votre réponse Ronde 1</u> : 5,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 3,8						
<u>Évolutivité</u> : le système conçu pour le cas d'utilisation doit être capable de s'adapter à une augmentation de l'achalandage dans le temps. <u>Votre réponse Ronde 1</u> : 2,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 3,9						
<u>Interopérabilité</u> : le cas d'utilisation doit être capable de s'intégrer et de communiquer avec d'autres systèmes que l'organisation utilise déjà. <u>Votre réponse Ronde 1</u> : 5,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 4,4						
<u>Impact environnemental</u> : le cas d'utilisation doit contribuer aux objectifs de développement durable de l'organisation (soit en réduisant sa consommation d'énergie ou ses émissions de gaz à effet de serre). <u>Votre réponse Ronde 1</u> : 2,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 3,4						
<u>Impact social</u> : le cas d'utilisation doit présenter des avantages à l'échelle de la société (alléger problèmes de santé, pauvreté, crime, etc.). <u>Votre réponse Ronde 1</u> : 2,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 3,3						

Votre réponse Ronde 1 : 5,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,6

Revenus : à terme, le cas d'utilisation doit mener à une augmentation des revenus.

Votre réponse Ronde 1 : 2,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,1

Multipartite : le cas d'utilisation doit impliquer plus d'un acteur externe à l'organisation.

Votre réponse Ronde 1 : 5,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,4

Rapidité : la solution conçue pour le cas d'utilisation doit être aussi rapide que des alternatives non-blockchain (par exemple : une base de données SQL).

Votre réponse Ronde 1 : 2,0

Moyenne groupe Ronde 1 : 3,7

Nouvel item : Mission : le cas d'utilisation doit permettre à l'organisation de mieux poursuivre sa mission.

1	2	3	4	5	N/A

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter un critère, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des critères non mentionnés précédemment que vous jugez importants, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veillez écrire votre réponse ici :

B.3 — CONDITIONS FACILITANT L'ADOPTION DE LA BLOCKCHAIN DANS UNE ORGANISATION

Contexte : Il n'existe aucun consensus quant aux **conditions qui pourraient indiquer pour qu'une organisation est prête à adopter la blockchain**. La liste ci-dessous contient celles les plus citées en recherche. Pour chaque condition (ligne), veuillez indiquer le niveau d'importance que vous lui accordez (colonne), selon l'échelle ci-bas :

Variable linguistique	Valeur de préférence
Pas du tout important	1

Pas important	2
Assez important	3
Important	4
Très important	5
Ne sait pas	N/A

EXEMPLE : Voter 5 à « L'organisation emploie la méthodologie agile dans ses projets » signifierait que, selon l'expert, cette condition doit absolument être présente pour qu'une organisation soit considérée prête à implémenter une blockchain. Voter 1, en revanche, voudrait dire que cette condition n'est aucunement indicative de quoi que ce soit.

IMPORTANT : Veuillez vous référer aux définitions de la première page au besoin.

POUR ÊTRE CONSIDÉRÉE « PRÊTE » À ADOPTER LA BLOCKCHAIN...

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5	N/A
L'organisation possède un bureau de transformation numérique (<i>Transformation Office</i>).						
<u>Votre réponse Ronde 1</u> : 1,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 2,9						
L'organisation emploie la méthodologie agile dans ses projets.						
<u>Votre réponse Ronde 1</u> : 1,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 2,6						
L'organisation possède une équipe 100 % affectée à des initiatives d'innovation (recherche et développement).						
<u>Votre réponse Ronde 1</u> : 3,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 3,2						
L'organisation possède des ressources expérimentées en blockchain à l'interne.						
<u>Votre réponse Ronde 1</u> : 3,0 <u>Moyenne groupe Ronde 1</u> : 3,5						

- Utilisez cette boîte de texte pour élaborer, illustrer, ou contraster vos réponses.
- Si vous décidez de commenter une condition, veuillez être spécifique.
- Vous pouvez également nommer des conditions non mentionnées précédemment que vous jugez importantes, ainsi que le niveau d'importance que vous leur accordez.

Veuillez écrire votre réponse ici :

Vous avez terminé de répondre au questionnaire. Veuillez cliquer sur « Envoyer » pour soumettre vos réponses.

Merci beaucoup pour vos réponses. Vous recevrez un avis par courriel lorsque le questionnaire de la troisième ronde sera prêt.

Envoyer votre questionnaire.

Merci d'avoir rempli ce questionnaire