



HAL
open science

L'émergence des blockchain au sein des chaînes logistiques : apports conceptuels de la théorie des coûts de transaction

Mathieu Lesueur-Cazé, Laurent Bironneau, Thierry Morvan

► To cite this version:

Mathieu Lesueur-Cazé, Laurent Bironneau, Thierry Morvan. L'émergence des blockchain au sein des chaînes logistiques : apports conceptuels de la théorie des coûts de transaction. 26ème Conférence de l'AIM 2021, Association information et Management, Jun 2021, Nice, France. hal-04084181

HAL Id: hal-04084181

<https://hal.science/hal-04084181v1>

Submitted on 27 Apr 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



L'émergence des *blockchain* au sein des chaînes logistiques : apports conceptuels de la théorie des coûts de transaction

Mathieu Lesueur-Cazé

Laurent Bironneau

Thierry Morvan

Univ Rennes, CNRS, CREM - UMR 6211, Rennes, France

Résumé : Dans un environnement se caractérisant par des mutations numériques profondes, objets connectés, big data, plateformes, etc., la *blockchain* laisse entrevoir un potentiel de changements dans le pilotage des organisations. Différents types de *blockchains* apparaissent posant la question des modes de gouvernance qu'elles sont susceptibles de privilégier. Aussi, nous avons souhaité analyser l'émergence de cette technologie au sein des organisations en mobilisant la théorie des coûts de transaction comme grille d'analyse, l'objectif étant de faire émerger une typologie des modes de gouvernances susceptibles d'être envisagés pour le pilotage des chaînes logistiques.

Mots Clés : *Blockchain*, modes de gouvernance, coûts de transaction, chaînes logistiques.

Introduction

Dans un environnement se caractérisant par des mutations numériques importantes - objets connectés, big data, plateformes, *etc.*, (Korpela *et al.*, 2017 ; Straube et Junge, 2017 ; Porter et Heppelmann, 2018)-, la *blockchain* laisse entrevoir des changements profonds dans le pilotage des chaînes logistiques, entendu comme la coordination d'un ensemble de partenaires liés par des flux de marchandise, d'informations et financiers (Tsay *et al.*, 1999), comme le montre certaines expérimentations menées par des entreprises comme Maersk, Alibaba, Carrefour, *etc.*, (Kshetri, 2018; Perboli *et al.* 2018). Plus précisément, la *blockchain*, comme registre numérique distribué décentralisant le partage de données, assurant le stockage et la transmission d'informations de manière sécurisée sans autorité de contrôle, permettrait notamment de sécuriser les échanges tout au long de la chaîne logistique, de mieux coordonner les acteurs, d'améliorer la traçabilité, voire de diminuer le nombre d'intermédiaires au sein de celle-ci (Bahga et Madisetti, 2017; Hug, 2017; Saucède et Fenneteau, 2017). Pour bénéficier de ces avantages, des consortiums (appelés *blockchain* de consortium) se développent, constitués d'un regroupement d'entreprises partageant des normes, des données, des protocoles techniques, *etc.* Ces consortiums sont mobilisés aujourd'hui à la fois pour le développement de coopérations verticales, horizontales ou transversales et fonctionnent comme des plateformes « métiers » combinant plusieurs technologies (cryptographie, algorithme de consensus, smart-contract), avec pour objectifs essentiels (1) d'apporter une preuve digitale des transactions logistiques pour les différentes parties prenantes, (2) de réduire les coûts de gestion de l'information et (3) de limiter les possibilités de comportements opportunistes des acteurs du groupement ; autant d'éléments qui semblent avoir un impact sur les coûts de transaction et sur les structures de gouvernance hybrides susceptibles de se développer au sein des chaînes logistiques (Berg *et al.*, 2019b; Davidson *et al.*, 2018; Treiblmaier, 2018). De telles structures hybrides portées par des technologies *blockchain* sont susceptibles de s'intégrer dans une approche *Supply Chain Management* (SCM) recherchant la performance à long terme de tous les acteurs de la chaîne logistique par la poursuite d'objectifs communs et le développement de structures de gouvernances plus coopératives (Guérin & Lambert, 2012; Kin *et al.*, 2018). Elles favorisent alors la construction d'espaces de confiance assurant le partage d'informations indispensables pour piloter et contrôler les opérations physiques élémentaires et permettant de satisfaire toute demande émise par le client (Laforet & Mendy-Bilek, 2020).

Dans ce contexte, notre travail de recherche a pour objet de confronter les différents types de *blockchains* à une analyse par les coûts de transaction. Plus précisément, notre objectif est d'établir une classification des *blockchains* en mobilisant comme grille d'analyse la typologie des modes de gouvernance révélée par la théorie des coûts de transactions et appliqué au SCM. En effet, la complexité des *blockchains*, leur évolution rapide, la diversité des cas d'usage et les liens possibles avec d'autres technologies naissantes, rendent cet outil complexe à maîtriser. Malgré tout, certaines entreprises adhèrent à des plateformes *blockchains* nécessitant des modifications de gouvernance puisque les services fournis et les fonctions de soutien sous-jacentes ne relèvent pas du contrôle direct d'un organisme central. Aussi, faire émerger une typologie des *blockchains* permet d'éclairer les enjeux de gouvernance au sein des chaînes logistiques qui sous-tendent cette technologie émergente.

Pour répondre à notre question de recherche et après avoir décrit le fonctionnement de la technologie *blockchain* (1), nous présenterons (2) la méthodologie utilisée, puis nous analyserons les *blockchains* de consortium au prisme des coûts transaction (3) , et enfin (4) nous

proposerons une typologie des *blockchains* dont nous discuterons les implications sous forme de conclusion.

1. La technologie *blockchain* et ses évolutions récentes.

La *blockchain* peut être définie comme « une technologie de stockage et transmissions d’informations (...) transparente, sécurisée et qui fonctionne sans organe central de contrôle » utilisant « une base de données numériques infalsifiable sur laquelle sont inscrits tous les échanges effectués entre ses utilisateurs » (*Blockchain France, 2016*). Elle repose sur la technologie des registres distribués (DLT, *Distributed Ledgers Technology*¹), ceux-ci pouvant être assimilés à des journaux de transactions enregistrés et synchronisés sur un réseau d’ordinateurs, et se présentant sous la forme d’une chaîne de blocs plus communément appelée « *blockchain* ». Les blocs de la chaîne sont ordonnés suivant des numéros de hachage². Chaque bloc portant le numéro de hash du précédent bloc, il est impossible d’intervertir des blocs. Le schéma suivant proposé par Desplebin *et al.* (2018) résume le fonctionnement de ce réseau (Figure 1).

La *blockchain* s’appuie également sur un algorithme de consensus, fonctionnalité qui confère à la *blockchain* un rôle particulier d’attribution de confiance. La littérature évoque d’ailleurs souvent le terme de « machine à faire confiance » ou « *trust machine* » pour décrire la *blockchain* (The Economist, 2015). L’objectif du mécanisme de consensus est d’obtenir un accord sur l’état historique des transactions, sans entité centralisée.

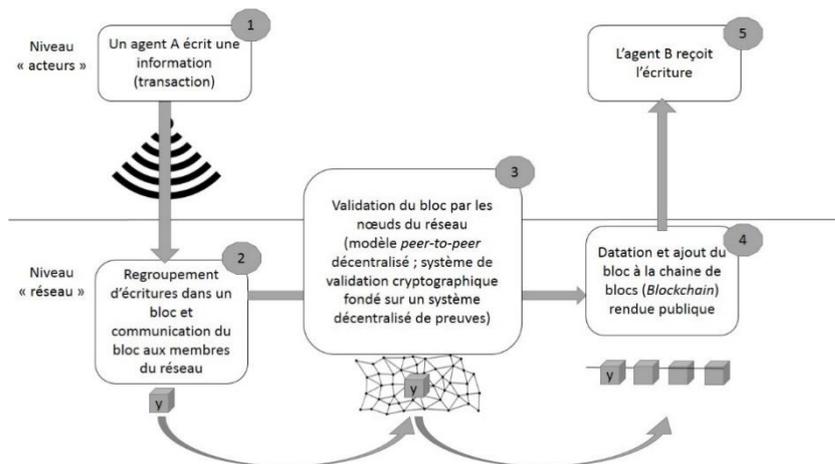


Figure 1: fonctionnement du réseau « *blockchain* ». Source : Desplebin *et al.* (2018 ; 2019).

L’ajout des *smart contract* (contrats « intelligents »), dès 2014, a permis en outre d’utiliser la *blockchain* pour des applications non financières notamment dans le *supply chain* (gestion des stocks, gestion du processus « commande, bon de livraison, facturation, paiement », traçabilité des produits, *etc.*). Un contrat intelligent est un ensemble de code et de données (parfois appelé

¹ Technologie des registres distribués.

² La fonction de hachage, de l’anglais hash function (hash : de l’anglais, recouper et mélanger), sert à calculer une empreinte numérique unique à partir d’une donnée fournie en entrée.

fonctions et état) qui est déployé dans une *blockchain* permettant d'effectuer des calculs, et de stocker des informations automatiquement (Yaga *et al.*, 2018). Grâce à cette capacité d'automatisation des calculs la *blockchain* devient un outil de gestion industriel (Feng Tian, 2017). Les *smart contract* permettent ainsi l'application d'une logique métier complexe à la *blockchain*. Cet ensemble applicatif utilisant des *smart contract* constitue la *blockchain* de deuxième génération appelée *blockchain 2.0.*, dont Ethereum³ est un exemple, par distinction avec la *blockchain 1.0* qui rassemble l'ensemble des cryptomonnaies dont le célèbre Bitcoin. Plus récemment la *blockchain* s'est encore développée pour dépasser le cadre de l'entreprise et même du secteur d'appartenance. De manière générale, il est admis d'utiliser la terminologie de *blockchain 3.0* dès lors qu'une Application Décentralisée (DApp) sert à échanger de la valeur entre plusieurs entreprises (Della Chiesa *et al.*, 2018). Pour plus de clarté, nous parlerons d'organisation inter-entreprises. Il est possible de citer par exemple : Hyperledger de la fondation Linux, Corda de la société R3, et Quorum, une émanation d'Ethereum. La *blockchain 3.0* introduit le concept d'applications et d'informatique décentralisés (Della Chiesa *et al.*, 2018). Cette offre nécessite le partage ou l'externalisation partielle d'activités qui, autrement, seraient prises en charge par l'organisme de coordination. Elle modifie le type plus traditionnel de structure de transaction et nécessite généralement des modifications de gouvernance puisque les services fournis et les fonctions de soutien sous-jacentes ne relèvent pas du contrôle direct de l'organisme central.

L'évolution de la *blockchain* peut se résumer de la façon suivante (figure 2) :

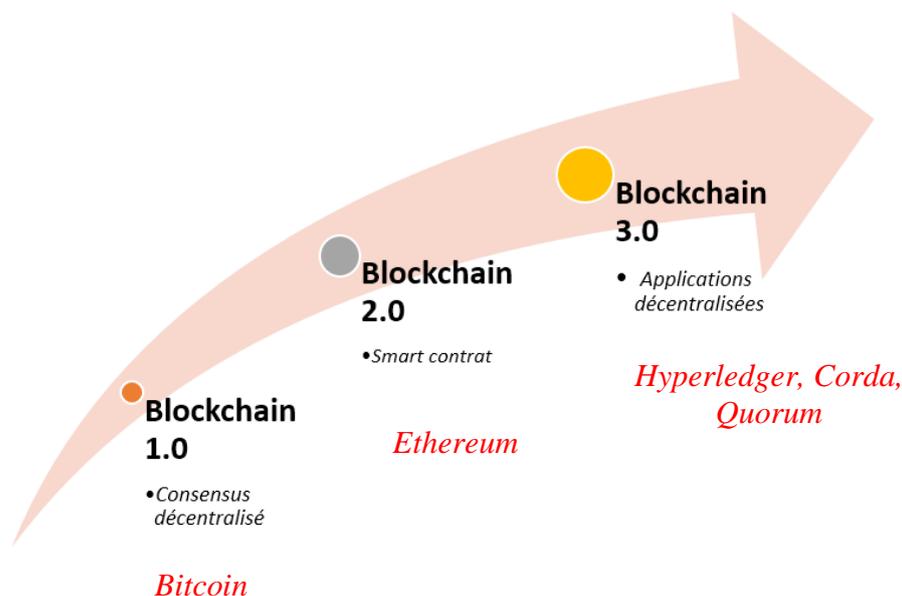


Figure 2: Evolution de la *blockchain*. Source : Auteurs d'après une adaptation de Angelis et Ribeiro da Silva (2018) et Tormen (2019)

Ces trois évolutions montrent une extension du domaine d'application de la *blockchain* du monde financier au monde industriel, en somme de la finance à la *supply chain*.

³ Ethereum est une *blockchain* inspirée de la *blockchain* Bitcoin. Ethereum possède sa propre monnaie appelée Ether, son fondateur a eu l'idée d'ajouter des *smart contract* à la *blockchain* initiale. Cette *blockchain* est utilisable hors cryptomonnaie et permet ainsi son utilisation dans le cadre industriel, notamment grâce à l'application Quorum une émanation d'Ethereum.

Précisons enfin qu'il est possible de distinguer deux types de *blockchains* : les *blockchains* publiques ou autorisées (*public* ou *permissionless*) et les *blockchains* privées (*private* ou *permissioned*). Dans une *blockchain* privée/autorisée, seuls certains participants peuvent rejoindre le réseau peer-to-peer (Dumas, 2018). Un groupe restreint d'acteurs a le pouvoir d'accéder, de vérifier et d'ajouter des transactions au registre, et il est possible de limiter l'accès de certaines informations à quelques participants (Lewis *et al.*, 2017).

2. Méthodologie : une recherche descriptive de contenu.

De nombreux chercheurs se sont tournés vers la théorie des coûts de transactions afin d'expliquer et/ou d'entrevoir les apports de la technologie *blockchain* pour le milieu économique et celui de la *supply chain*. La théorie des coûts de transaction propose, en effet, une approche sous forme d'heuristique qui donne les clés de compréhension de l'adoption de cette technologie (Potts *et al.* 2017 ; Davidson *et al.* 2018 ; Berg *et al.* 2019 ; Schmidt, Wagner 2019 ; Ahluwalia *et al.* 2020 ; Allen *et al.* 2020). Treiblmaier (2018) souligne, par ailleurs, que le cadre théorique des coûts de transaction offre un cadre d'analyse intéressant quant à l'adoption de la *blockchain* dans le SCM. Cette démarche fait écho à celle d'Halldorsson *et al.* (2007), qui préconisent l'utilisation des théories économiques de premier ordre dans le cadre des études menées en SCM. Mais d'un point de vue stratégique, la difficulté de voir l'apport d'une telle technologie demeure. Or comme le souligne Reix (2011, p. 253), citant Morton (1995), « *le véritable objectif [du système d'information] doit être de construire une structure organisationnelle (avec les ressources adéquates) et des processus internes (convenablement définis) qui reflètent à la fois la stratégie de l'organisation et les possibilités des technologies de l'information que cette organisation a choisi de développer* ». Notre objectif est donc de proposer une étude sur la mise en cohérence entre le système d'information et les stratégies adoptées en SCM dans l'application des projets *blockchain*. Pour ce faire, nous nous appuyons sur la bibliographie consacrée aux technologies de l'information, à la théorie des coûts de transaction, et celle consacrée aux différentes expérimentations de *blockchain* dans le SCM. Plus précisément il s'agit d'une recherche descriptive de contenu qui vise à aller au-delà d'un simple découpage pour comprendre le mécanisme dans son ensemble et appréhender les interactions avec son environnement (Thiétart, 2014, p. 137). Ce type d'approche « configurationnelle » sert notamment à l'établissement de taxonomies ou typologies, objet de notre travail. Thiétart (2014, p. 138) précise que « *Les typologies peuvent découler d'une analyse de la littérature ou encore de l'expérience ou de connaissances accumulées par le chercheur* », raison pour laquelle notre travail s'appuie également sur l'expertise des *blockchains* d'un des auteurs qui travaille sur cette thématique au sein d'une entreprise de services numériques.

3. L'émergence des *blockchains* au sein des chaînes logistiques : une approche par la théorie des coûts de transactions

La théorie des coûts de transaction avancée par Coase (1937), puis développée par Williamson (1992 ; 1975 ; 1991 ; 1996) repose sur un ensemble de principes et de théories, qui permettent une analyse rigoureuse des choix de mode de gouvernance des entreprises, suivant les transactions qu'elles encadrent. Ainsi, trois attributs distincts sont utilisés par Williamson, comme éléments essentiels pour comprendre l'arbitrage entre les différents modes de gouvernance (le marché, la hiérarchie ou le contrat) : l'incertitude, la spécificité des actifs et la fréquence des échanges transactionnels (Ghertman, 2004).

Reprenons chacun de ces attributs à l'aune de la *blockchain* car se pose les questions de la répercussion de cette technologie sur les coûts de transaction (Treiblmaier, 2018).

3.1 L'incertitude

Toute organisation est confrontée à l'adaptation aux changements et la gestion de l'incertitude. Plus précisément, Williamson souligne le fait que deux types d'incertitude pèsent sur une organisation économique : l'incertitude exogène et l'incertitude endogène.

L'incertitude exogène ou environnementale (Williamson, 1975, p. 24) résulte des aléas externes (diminution de la demande, apparitions de nouvelles technologies, développement de nouveaux produits, etc.). Elle découle du constat que l'information n'est ni parfaite, ni gratuite, ni disponible naturellement, ce qui implique en soit déjà un coût de transaction relativement important pour l'entreprise qui cherche à l'obtenir (Asawasakulsorn, 2009). Ces aléas sont susceptibles d'impacter les conditions d'exécution du contrat, le déroulement des transactions et l'action des acteurs (Baudry, 2005).

L'incertitude peut être aussi endogène, c'est-à-dire provenant des acteurs eux-mêmes ; elle est dite aussi « comportementale » ou « stratégique » car elle est liée à une asymétrie d'information, à un aléa moral (Saussier et Yvrande-Billon, 2007, p. 21). Elle souligne la difficulté de prévoir le comportement des acteurs (Mandard, 2015). Plus précisément, elle s'appuie sur deux hypothèses comportementales : la rationalité limitée et l'opportunisme. Ainsi, Williamson introduit dans ses travaux la thèse de Simon sur la rationalité limitée. Selon Williamson, un agent ne peut pas tout savoir, il n'a par essence qu'une connaissance limitée de la transaction se produisant, et même s'il était en détention d'informations complètes, il ne pourrait prévoir toutes les éventualités ex-post des contrats. Le contrat par nature est dit incomplet. Dès lors, dans un environnement complexe au sein duquel les agents sont supposés avoir une rationalité limitée, le degré d'incertitude est élevé.

De plus la théorie des coûts de transaction rejette la possibilité de comportement « Gentleman » dans le domaine des affaires et préfère parler d'opportunisme. L'opportunisme est ici pris dans son sens le plus large, à savoir comme le précise Williamson (1994, P.71) : « *Plus généralement, l'opportunisme se réfère à la divulgation d'informations incomplètes ou dénaturées, spécialement aux efforts calculés pour les fourvoyer, dénaturer, déguiser, déconcerter ou semer la confusion. Il est responsable des conditions réelles ou artificielles d'information asymétrique, lesquelles compliquent largement les problèmes d'organisation économiques.* ».

Il est à noter que ces deux types d'incertitude sont liées car il s'agit bien de trouver des arrangements contractuels pour répondre aux perturbations non anticipées sans pour autant susciter le développement de comportements opportunistes (Saussier et Yvrande-Billon, 2007).

Dans le cadre d'une chaîne logistique, pour réduire cette incertitude endogène, les informations partagées doivent être fiables et régulièrement réactualisées par les membres de la chaîne pour permettre un fonctionnement efficace de celle-ci (Cooper *et al.*, 1997). Par ailleurs, il est attendu des parties prenantes un comportement reflétant une certaine intégrité, c'est-à-dire s'appuyant sur l'honnêteté, la considération, la responsabilité et la transparence propice au partage des informations (Tapscott et Tapscott, 2018, p. 18).

Il peut sembler paradoxal aujourd'hui de parler d'incertitude endogène tant les moyens informatiques déployés au sein des chaînes logistiques peuvent assurer un niveau de justesse de l'information non égalé jusqu'à présent. Les technologies de l'information (EDI, XML...) ont largement contribué à diminuer le coût de transaction (Brousseau, 1992 ; Vallès et Carrasco, 1997). La baisse du coût d'équipement en systèmes informatiques (Morton, 1995) ainsi qu'un accroissement de l'utilisation des EDI au cours des années 90, ont contribué à renforcer la coopération entre les entreprises par un partage et une circulation de l'informations importants assurant une coordination logistique, par une intégration des systèmes d'information favorisant dans les relations interentreprises une forme originale de coordination, la confiance (Baudry, 2005 ; Hart et Saunders, 1997).

Malgré tout, en dépit des efforts faits par les entreprises, il est important de souligner qu'une certaine asymétrie d'information est toujours présente et que les jeux de pouvoirs opérés dominant encore les relations entre les acteurs, malgré des approches qualifiées de coopératives au sein des chaînes logistiques (Senkel *et al.*, 2013). C'est à ce niveau que la *blockchain* semble avoir un intérêt car elle permet de limiter le degré d'incertitude endogène par la confiance attribuée au registre distribué créé entre les partenaires des consortiums (Saucède et Fenneteau, 2017) (nous parlons ici de la confiance allouée aux données transitées par la *blockchain*). Au sein de ces derniers, en effet, les attributs de confiance sont, de fait, délégués à la *blockchain*, car ce système est transparent ; il permet le contrôle des transactions dans le respect des accords fixés entre les membres et apporte la preuve des opérations effectuées. Les consortiums *blockchain* se construisent, par ailleurs, sur la base de l'utilisation d'un même outil, dont la mise en œuvre est le résultat d'un travail collaboratif entre les membres et également avec la société informatique qui le déploie.

Le degré d'incertitude dépend fortement de la transparence du marché (Akerlof, 1978). Au sein des *blockchains*, la preuve de la transaction et son suivi dans les *smart contract* affectent profondément les mécanismes de l'incertitude. De telle sorte que « la sélection adverse » et « l'aléa moral » ne peuvent plus s'exercer. Selon (Malone *et al.*, 1987), la réduction des asymétries informationnelles s'est faite grâce à l'emploi des technologies de l'information et de la communication. Désormais la *blockchain* permet d'effectuer des transactions dans un espace transparent, dès lors les comportements opportunistes des acteurs disparaissent. L'incertitude exogène reste présente mais largement réduite malgré tout, limitée par une chaîne d'information répandue entre tous les nœuds du réseau.

3.2 La spécificité des actifs

« *Il y a spécificité des actifs quand un investissement durable (matériel ou immatériel) doit être entrepris pour supporter une transaction particulière et que cet investissement n'est pas redéployable sur une autre transaction* » (Coriat et Weinstein, 2015). Dans ce cas, il convient alors de savoir si la transaction est supportée par des actifs spécifiques (Mir, 2018). Ceux-ci peuvent prendre différentes formes (actifs physiques, actifs humains, actifs de site etc.). Plus un actif est spécifique moins le marché est favorisé par les acteurs. Par conséquent, la réalisation d'investissements spécifiques incite les partenaires à faire en sorte que la relation initiée perdure car les investissements réalisés apparaissent difficilement redéployables. Cependant, une telle situation est susceptible d'enfermer les partenaires dans une relation de dépendance, source de comportements opportunistes post-contractuels ; chaque acteur pouvant chercher à exploiter cette dépendance. La *blockchain*, dans sa version centrée sur un acteur de la chaîne (*blockchain* privée), peut être considérée comme un actif spécifique. En tant que canal unique de la transaction elle devient centrale dans la relation client/fournisseur. Cela crée ainsi un phénomène de relation de dépendance (*lock-in*) entre les parties prenantes. Cette relation de dépendance peut venir renforcer le pouvoir de la firme focale si celle-ci s'engage par exemple dans une démarche de quasi-intégration verticale de la donnée. C'est notamment le cas de certaines *blockchains* de distributeurs (Walmart, Carrefour ...) dont le but est d'assurer une traçabilité verticale de l'ensemble de la chaîne logistique.

Cependant, il est important de souligner que dans sa forme d'origine l'emploi de la *blockchain* n'a pas pour but de garder captives les parties prenantes du système mais de faire en sorte que celles-ci adhèrent à une place de marché qui facilite les transactions par une meilleure coordination de l'ensemble, une réduction de l'asymétrie de l'information pour chacun de ses membres et une diminution de l'opportunisme des agents par la conformité aux smart contract (Tapscott et Tapscott, 2018). C'est effectivement le cas dans une *blockchain* de consortium où l'on sort du cadre de la logique d'intégration verticale de l'information pour aller vers une vision partenariale qui se rapproche d'une forme hybride d'organisation, dénommé : le réseau d'orchestration, se caractérisant par une spécificité forte des actifs (Douard et Heitz, 2003). Selon Douard et Heitz, 2003, l'actif spécifique du réseau d'orchestration est « *plus fort propre au réseau, avec des possibilités d'appropriation faibles de cet actif par l'un ou l'autre des partenaires et avec souvent également l'existence de barrières à l'entrée ou à la sortie du réseau. Ce savoir-faire spécifique relève essentiellement d'un savoir-faire « d'orchestration », de mise en musique fructueuse de la gamme des actifs individuels des partenaires du réseau* ». Le potentiel de la *blockchain* permet effectivement « cette mise en musique » des actifs individuels des membres d'un consortium. En distribuant l'information parmi tous ses membres, la *blockchain* permet de coordonner l'activité de plusieurs parties prenantes y compris si celles-ci ne sont pas du même secteur économique. Il peut s'agir par exemple de coordonner une activité de financement avec une activité logistique dans un paiement à réception de marchandises (Hofmann *et al.*, 2018). Pour cette raison la *blockchain* peut donc être assimilée à un actif spécifique de coordination, dans le sens de Williamson (1994). Cet actif spécifique de coordination agira aussi bien dans une *blockchain* privée (intégration verticale de l'information) que dans une *blockchain* de consortium (réseau d'orchestration). Ensuite, la spécificité de cet actif ne réside pas dans la nature du code informatique mais dans la relation spéciale ainsi créée par l'intermédiaire des technologies utilisées, c'est-à-dire la production d'un espace de confiance sans confiance a priori des parties prenantes.

3.3. La fréquence des transactions.

La fréquence des transactions est le troisième déterminant des coûts de transaction. Selon Williamson, plus une transaction est fréquente plus les comportements opportunistes des acteurs sont susceptibles d'être nombreux, d'autant plus que les actifs sont spécifiques. Toutefois, dans le cadre d'une fréquence élevée des mécanismes de confiance sont susceptibles de se mettre en place, l'opportunisme devient moins impactant. En effet, la récurrence des transactions peut favoriser la mise en place de routines réduisant ainsi les coûts de coordination entre acteurs (Saussier et Yvrande-Billon, 2007) et l'opportunisme.

Par conséquent l'effet de cet attribut sur les coûts de transaction est ambigu.

De ce fait il n'est pas possible de déterminer si la hausse de fréquence est à l'origine de l'adoption de la *blockchain* ou si la *blockchain* augmente naturellement la fréquence des transactions du fait de son efficacité. Ainsi, les deux cas peuvent s'observer.

Par exemple, dans le cadre d'une augmentation de son flux de marchandises, le port de Salalah à Oman a annoncé rejoindre la plateforme *blockchain* TradeLens (Jensen *et al.*, 2019). L'augmentation de la fréquence des transactions a amené cette organisation à opter pour un renforcement de son dispositif de suivi et de contrôle. En adhérant à la plateforme *blockchain* TradeLens, le port de Salalah choisit de faire partie d'un consortium *blockchain*, sorte d'alliance (alliance au sens de Daidj, 2017, p. 43). L'adhésion à cette plateforme est susceptible d'instaurer des routines et une forme d'apprentissage organisationnelle réduisant l'opportunisme et favorisant la confiance comme forme de coordination. De plus ce consortium procure un accès à une nouvelle place de marché. Grâce à ce nouveau dispositif relationnel, le port de Salalah espère augmenter le nombre de ses clients et avec, son corollaire : la fréquence des transactions. Suivant cet exemple la *blockchain* permet non seulement de traiter de nombreuses transactions à moindre coût, en limitant au maximum les incertitudes mais également de rejoindre de nouvelles plateformes de marché. Dès lors on comprend la nécessité pour une entreprise d'entrer dans un consortium *blockchain*. Ainsi, l'augmentation de la fréquence se fait dans un périmètre autorisé et contrôlé par chaque partie prenante qui accepte, sous réserve d'y appartenir, les règles de ce nouvel écosystème (écosystème au sens de Gueguen et Passebois-Ducros, 2011).

Dans un tel écosystème ou modèle hybride, la fréquence n'est alors plus synonyme d'incertitude.

4. Proposition de typologie des *blockchains*, implications et conclusions.

Au regard des trois espaces institutionnels que sont les marchés, les organisations intégrées et les formes hybrides, un consortium *blockchain* apparaît comme une forme hybride. Williamson (1996) utilise le terme hybride : « *pour désigner ces arrangements institutionnels calés sur des contrats de long terme (ou de court terme renouvelables) entre partenaires qui maintiennent des droits de propriété distincts et préservent leur autonomie de décision tout en créant des dispositifs de gouvernance conjoints sur un segment de leurs droits* ». L'existence des formes hybrides se justifie par trois aspects fondamentaux des relations inter-entreprises : (1) un engagement dans le soutien de relations continues entre un nombre limité de participants, (2)

une sélection des membres à l'entrée (fonctionnement dans le cadre d'un réseau de confiance), et (3) « *la mise en place de mécanismes spécifiques de coordination entre partenaires juridiquement indépendants et souvent concurrents* » (Ménard, 2012, p. 22). Dans une *blockchain* de consortium, (1) l'espace de confiance créé encourage le maintien de relations stables entre participants, (2) l'accès est retreint aux seuls membres (caractéristique par définition des *blockchains* privées), et (3) il y a bien un mécanisme spécifique de coordination entre partenaires indépendants. Aussi, en croisant les espaces institutionnels existants et les attributs des coûts de transaction nous obtenons la typologie suivante nous permettant de positionner les différents types de *blockchains* recensées dans le domaine de la logistique et du SCM.

Type de gouvernance		Type de Blockchain	Incertitude des échanges	Spécificité des actifs	Fréquence des transactions	Exemples
MARCHE	Le Marché	Blockchain Publique	Le réseau peu vulnérable aux tentatives de fraudes, toutefois certaines attaques ont eu lieu (DAO, 2016), attaque possible par des défaillances dans les smart contracts. Protection assurée par un réseau Peer to peer, et par un algorithme de consensus fort (type proof of work). Pas de tiers centralisateur.	Pas de spécificité de l'actif.	+++	Pas d'exemple à ce jour de blockchain publique pour le supply chain
FORMES HYBRIDES	Réseaux fondés sur l'information partagée	Blockchain Privée de consortium	Le réseau très peu vulnérable aux tentatives de fraudes. Sélection à l'entrée, échange au sein d'un consortium. Contrôle des mécanismes d'échange mais pas d'instance d'arbitrage. Forme de quasi-marché.	L'actif spécifique permet le contrôle et le maintien d'un marché, mais détenu par tous. Disparition de la spécificité de l'actif.	+++	Pas d'exemple à ce jour
	Coordination par une tierce partie	Blockchain Privée de consortium	Le réseau très peu vulnérable aux tentatives de fraudes. Sélection à l'entrée. Editeurs assurent le bon fonctionnement de la plateforme. Existence d'un centre d'arbitrage, tierce partie.	L'actif spécifique est détenue par la tierce partie (un éditeur, start up ou un board) mais exploitée par les parties prenantes. Actif spécifique de coordination et de réputation.	++	IBM Food trust, Truck alliance, connecting food, Tradelens ...
	Existence d'un centre stratégique	Blockchain Privée	Renforcement d'un contrat de subordination, suivi d'une traçabilité tout au long de la chaîne logistique. Intégration verticale de la donnée.	L'actif spécifique détenue par une firme. Forme d'intégration verticale de la donnée. Actif spécifique de coordination et de réputation	+	Blockchain Carrefour, traçabilité des carottes Auchan
ORGANISATION INTEGREE	La Hiérarchie	Blockchain Privée	Les données ne sont pas échangées à l'extérieur de la firme, peuvent malgré tout être consultées en cas d'audit. Système interne peu vulnérable aux attaques, très spécifique et pas corrompible.	Actif spécifique de coordination intrafirme.	Pas de transactions externes. Transactions internes.	système de traçabilité interne

Figure 3: Typologie des *blockchains* en fonction de l'arrangement institutionnel et des coûts de transaction.

Pour approfondir ce premier travail d'analyse, en mobilisant le diagramme proposé par Ménard (2012) pour caractériser les formes hybrides, nous pouvons résumer les principales implications de la *blockchain* sur les espaces relationnels, dans la figure 4 ci-dessous. Cette figure souligne le fait que la décentralisation de la structure de décision apportée par la *blockchain* est un point délicat.

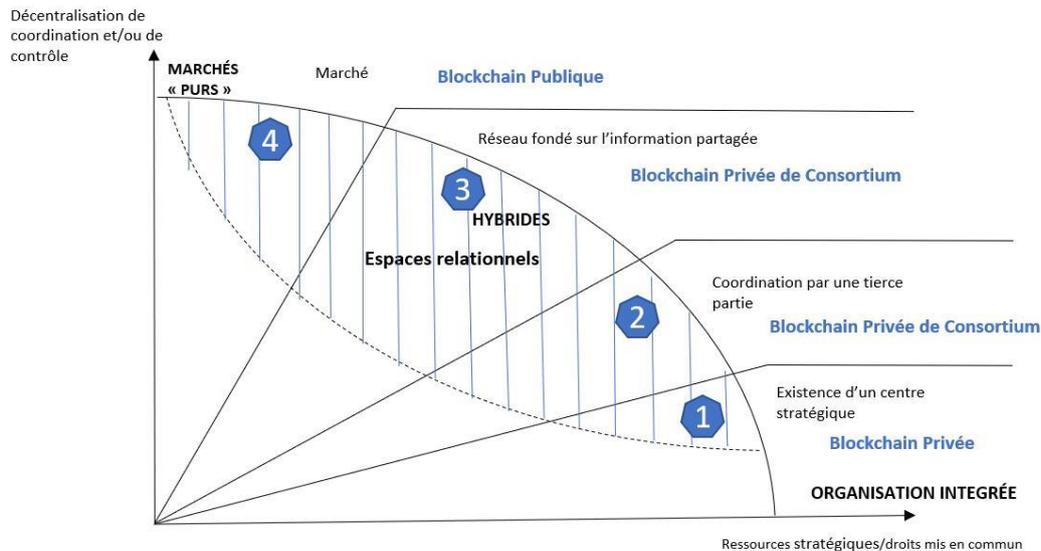


Figure 4: Typologie des *blockchains* en fonction des espaces relationnels des hybrides.
Source : Auteurs, inspiré de Ménard, 2012.

En effet, la décentralisation s'explique par une recherche d'abaissement du coût de transaction. La *blockchain* est alors utilisée comme organe de contrôle dans des organisations hiérarchisées. C'est le cas des applications *blockchains* recouvrant la sécurisation des conditions ex-ante (réputation des fournisseurs, capacité de connaissance du client « know your customer », ...) et ex-post (suivi des marchandises, validation de la provenance, accord sur les quantités...). Dans ce cas, la priorité est mise sur l'infrastructure du système d'information dans une logique verticale. La décentralisation est donc très réduite. C'est le cas des espaces relationnels de type 1 et 2 de notre typologie (cf figure 4). Le type 1 peut être l'occasion pour la firme focale d'une intégration verticale de la donnée. Comme le précise Brousseau, 1992 : « - cette quasi-intégration est renforcée par la nature stratégique de l'information (l'entreprise empêchant ses partenaires, auxquels elle communique de l'information, de collaborer avec la concurrence) ». Le type 2, est un début de décentralisation confié à un organisme tiers de type « éditeur de solution » : IBM Food Trust (Galvez *et al.*, 2018).

La décentralisation s'explique aussi par une vision novatrice de ce que peut apporter la *blockchain*. Dans une volonté de sécurisation de la relation dans un espace de confiance, certains industriels recherchent l'appartenance à un réseau ou à une place de marché, matérialisé par une plateforme. L'appartenance à une plateforme confère, en effet, certains avantages relevés dans la littérature (Reillier et Reillier, 2017) : une gestion de la gouvernance déportée (acceptation sur la plateforme, comportements récompensés ou découragés, gestion des conflits), allocation de la confiance (gestion de l'interaction des participants dans un espace sécurisé), délégation de la gestion de la marque (la réputation de la plateforme suit un chemin parallèle à celui de la marque), et dans une moindre mesure l'accès à une infrastructure IT fiable et efficiente. La délégation de pouvoir des entreprises aux plateformes a commencé dans les années 2010 avec la conjonction de plusieurs phénomènes : essor d'internet, des objets

connectés, de la multimodalité des technologies de l'information et de la communication (TIC), et surtout la fiabilisation technique des premières plateformes (Hackius & Petersen, 2020). Aujourd'hui cette option est tout à fait envisageable par les managers de Direction des systèmes d'information. En fournissant la preuve des transactions effectuées, la *blockchain* ajoute un élément fondamental aux interactions qui se déroulent sur les plateformes. Les attributs de confiance (structure IT, réputation, sécurisation des échanges...) opérés par les plateformes traditionnelles deviennent caduques. Le contrôle des conditions ex-ante et ex-post assurés par les *smart contract*, les algorithmes de consensus, l'unité autonome de surveillance confèrent au système d'information qu'est la *blockchain* un avantage stratégique. La notion disruptive de la *blockchain* rentre ici en jeu, dans un monde où la preuve apportée a plus d'importance que l'appartenance propre à un réseau. Cette catégorie d'espace relationnel concerne les types 3 et 4 de la figure 4. Le type 3 pourrait être illustré par l'expérimentation du port de Marseille dans le cadre du projet MeRS. Dans cette expérimentation chaque partie prenante semble posséder les mêmes droits et la confidentialité de chacun est préservée grâce à une application particulière de la *blockchain* (*side chain*) que propose la start up KeeeX⁴. Le type 4, n'existe pas encore ; il aurait pu correspondre au cas d'application de la Libra, monnaie numérique créée par Facebook, pour effectuer des transactions entre utilisateurs, système actuellement empêché par les États. Nous projetons dans ce niveau 4 de futures applications *blockchains* permettant les financements entre acteurs au sein des chaînes logistiques dans une logique de *Supply Chain Finance*, par exemple le cas de l'affacturage inversé (*reverse securitisation*) proposée par Hofmann *et al.* (2018).

En conclusion, notre typologie laisse apparaître plusieurs formes d'utilisation de la *blockchain* allant de la forme hiérarchisée à la forme de marché. A la question de savoir si la *blockchain* apporte plus de hiérarchie ou plus de marché, nous apportons une réponse ambivalente. Selon la configuration utilisée la *blockchain* coordonne par la hiérarchie ou bien par le marché. Cette dichotomie relevée par cette étude théorique devra être confrontée à des études empiriques afin de déterminer le mode de gouvernance privilégié, prochaine étape de notre travail de recherche dans une approche de *Supply Chain Management*.

⁴ KeeeX est une start up française spécialisée dans la dématérialisation documentaire. Cette start up utilise un mode particulier de la *blockchain* appelée « *side chain* » qui permet notamment la production d'empreintes numériques dans et en dehors d'une *blockchain*, ces empreintes peuvent être utilisées ensuite sur d'autres *blockchains*.

Bibliographie

- Ahluwalia, S., Mahto, R. V., & Guerrero, M. (2020). Blockchain technology and startup financing: A transaction cost economics perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119854. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119854>
- Akerlof, G. A. (1978). The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism. In *Uncertainty in economics* (pp. 235–251). Elsevier.
- Allen, D. W. E., Berg, C., Markey-Towler, B., Novak, M., & Potts, J. (2020). Blockchain and the evolution of institutional technologies: Implications for innovation policy. *Research Policy*, 49(1), 103865. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103865>
- Angelis, J., & Ribeiro da Silva, E. (2018). Blockchain adoption: A value driver perspective. *Business Horizons*. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.12.001>
- Bahga, A., & Madiseti, V. (2017). *Blockchain Applications: A Hands-On Approach*. VPT.
- Berg, C., Davidson, S., & Potts, J. (2019a). Blockchain Technology as Economic Infrastructure: Revisiting the Electronic Markets Hypothesis. *Frontiers in Blockchain*, 2. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2019.00022>
- Berg, C., Davidson, S., & Potts, J. (2019b). *Understanding the blockchain economy: An introduction to institutional cryptoeconomics*. Edward Elgar Publishing.
- Blockchain France (Paris). (2016). *La Blockchain décryptée: Les clefs d’une révolution*.
- Brousseau, E. (1992). Coûts de transaction et impact organisationnel des technologies d’information et de communication. *Réseaux. Communication - Technologie - Société*, 10(54), 31–55. <https://doi.org/10.3406/reso.1992.2001>
- Coase, R. H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica*, 4(16), 386–405. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x>
- Colla, E. (2006). Distorted competition: Below-cost legislation, ‘*marges arrière*’ and prices in French retailing. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 16(3), 353–373. <https://doi.org/10.1080/09593960600697105>
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
- Coriat, B., & Weinstein, O. (2015). *Les nouvelles théories de l’entreprise: [Coût de transaction, économie des droits de propriété, théorie de l’agence, routines et apprentissages, information et incitations, entreprise japonaise, entreprise fordienne]*. Librairie générale française.
- Daidj, N. (2017). *Coopération, coopération et innovation*.
- Davidson, S., De Filippi, P., & Potts, J. (2018). Blockchains and the economic institutions of capitalism. *Journal of Institutional Economics*, 14(4), 639–658. <https://doi.org/10.1017/S1744137417000200>
- Della Chiesa, M., Hialt, F., Téqui, C., Bouzou, N., & Gress, T. (2018). *Blockchain: Vers de nouvelles chaînes de valeur*. Prospectives accuracy.

- Desplebin, O., Lux, G., & Petit, N. (2018). L'évolution de la comptabilité, du contrôle, de l'audit et de leurs métiers au prisme de la Blockchain: Une réflexion prospective. *Management & Avenir*, 103(5), 137. <https://doi.org/10.3917/mav.103.0137>
- Desplebin, O., Lux, G., & Petit, N. (2019). Comprendre la blockchain: Quels impacts pour la comptabilité et ses métiers ? *ACCRA*, N° 5(2), 5–23.
- Douard, J., & Heitz, M. (2003). Une lecture des réseaux d'entreprises: Prise en compte des formes et des évolutions. *Revue française de gestion*, no 146(5), 23–41.
- Dumas, J.-G. (2018). *Les blockchains en 50 questions: Comprendre le fonctionnement et les enjeux de cette technologie innovante*. Dunod.
- Feng Tian. (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. *2017 International Conference on Service Systems and Service Management*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2017.7996119>
- Galvez, J. F., Mejuto, J. C., & Simal-Gandara, J. (2018). Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 107, 222–232. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.011>
- Ghertman, M. (2004). *Stratégie de l'entreprise: Théories et actions* (BU Centre – Magasins Cotes L L33130). Economica.
- Gueguen, G., & Passebois-Ducros, J. (2011). Les écosystèmes d'affaires: Entre communauté et réseau. *Management Avenir*, n° 46(6), 131–156.
- Guérin, F., & Lambert, R. (2012). Une rénovation de la gouvernance des chaînes logistiques. *Revue française de gestion*, N° 227(8), 31–44.
- Hackius, N., & Petersen, M. (2020). Translating High Hopes Into Tangible Benefits: How Incumbents in Supply Chain and Logistics Approach Blockchain. *IEEE Access*, 8, 34993–35003. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2974622>
- Halldorsson, A., Kotzab, H., Mikkola, J. H., & Skjøtt-Larsen, T. (2007). Complementary theories to supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(4), 284–296. <https://doi.org/10.1108/13598540710759808>
- Hart, P., & Saunders, C. (1997). Power and Trust: Critical Factors in the Adoption and Use of Electronic Data Interchange. *Organization Science*, 8(1), 23–42. <https://doi.org/10.1287/orsc.8.1.23>
- Hofmann, E., Strewe, U. M., & Bosia, N. (2018). *Supply chain finance and blockchain technology: The case of reverse securitisation*. Springer.
- Hug, M. (2017). Un nouvel outil numérique pour la fiabilisation des supply chains: La blockchain. *Annales des Mines - Realites industrielles*, Août 2017(3), 106–108.
- Jensen, T., Hedman, J., & Henningsson, S. (2019). How TradeLens Delivers Business Value with Blockchain Technology. *MIS Quarterly Executive*, 18(4), 221–243. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00018>
- Kin, V., Jan, F., Senkel, M.-P., & Bonnaud, S. (2018, September 22). *Blockchain et SCM : repenser la collaboration, la confiance et le pouvoir dans la supply chain*. 12ème Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique et en Supply chain Management, Paris, France.

- Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
- Laforet, L., & Mendy-Bilek, G. (2020, October 7). *Blockchain: An inter-organizational innovation likely to transform Supply Chain*. 13ème Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique et en Supply chain Management, Le Havre.
- Lewis, R., McPartland, J. W., & Ranjan, R. (2017). Blockchain and Financial Market Innovation. *Economic Perspectives*, 41(7), 1–17.
- Malone, T. W., Yates, J., & Benjamin, R. I. (1987). Electronic markets and electronic hierarchies. *Communications of the ACM*, 30(6), 484–497. <https://doi.org/10.1145/214762.214766>
- Ménard, C. (2012). *L' économie des organisations* (3. éd. entièrement refondue et mise à jour). Découverte.
- Morton, M. S. (1995). *L 'entreprise compétitive au futur “*, translated from—*The corporation of the 1990s “*. Les Editions d 'Organisation.
- Perboli, G., Musso, S., & Rosano, M. (2018). Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases. *IEEE Access*, 6, 62018–62028. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2875782>
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2018). *How Smart, Connected Products Are Transforming Competition*. 23.
- Potts, J., Rennie, E., & Goldenfein, J. (2017). *Blockchains and the Crypto-City* (SSRN Scholarly Paper ID 2982885). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2982885>
- Reillier, L. C., & Reillier, B. (2017). *Platform strategy: How to unlock the power of communities and networks to grow your business*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Reix, R. (2011). *Systèmes d'information et management des organisations*. Vuibert.
- Saucède, F., & Fenneteau, H. (2017). Les blockchains et l'idéal de la traçabilité totale dans la chaîne logistique au prisme des théories du canal de distribution. In *Images de la Logistique Eclairages managériaux et sociétaux* (pp. 49–55). <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-01984296.html>
- Saussier, S., & Yvrande-Billon, A. (2007). *Économie des coûts de transaction*. La Découverte.
- Schmidt, C. G., & Wagner, S. M. (2019). Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(4), 100552. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2019.100552>
- Straube, F., & Junge, A. L. (2017). *Trends and stratégies in logistics: The perspectives of digitalization* (pp 63-68). Presses Universitaires d'Aix Marseille; Images de la logistique, Eclairages managériaux et sociétaux, sous la direction de Gilles Paché.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2018). *Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world*.

- The Economist. (2015, October 31). The trust machine. *The Economist*. <https://www.economist.com/leaders/2015/10/31/the-trust-machine>
- Thiétart, R.-A. (2014). *Méthodes de recherche en management*. Dunod. <http://international.scholarvox.com/book/88820817>
- Tormen, R. (2019). *Blockchain for decision makers: A systematic guide to using blockchain for improving your business*.
- Treiblmaier, H. (2018). The impact of the blockchain on the supply chain: A theory-based research framework and a call for action. *Supply Chain Management*, 16.
- Vallès, R. S., & Carrasco, L. V. (1997). *Les PME peuvent-elles obtenir des avantages et des bénéfices à partir de l'utilisation de l'EDI?* Recherches et publications en management ABSL.
- Williamson, O. E. (1975). *Markets and hierarchies, analysis and antitrust implications: A study in the economics of internal organization*. Free Press.
- Williamson, O. E. (1991). Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives. *Administrative Science Quarterly*, 36(2), 269. <https://doi.org/10.2307/2393356>
- Williamson, O. E. (1992). Markets, hierarchies, and the modern corporation. An unfolding perspective. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 17(3), 335-335-352. ScienceDirect. [https://doi.org/10.1016/S0167-2681\(95\)90012-8](https://doi.org/10.1016/S0167-2681(95)90012-8)
- Williamson, O. E. (1994). *Les institutions de l'économie*. InterEditions.
- Williamson, O. E. (1996). *The mechanisms of governance*. Oxford University Press.
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2018). *Blockchain technology overview* (NIST IR 8202). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>