



HAL
open science

Effets de la blockchain sur les relations des acteurs au sein des chaînes logistiques

Mathieu Lesueur-Cazé

► **To cite this version:**

Mathieu Lesueur-Cazé. Effets de la blockchain sur les relations des acteurs au sein des chaînes logistiques. Gestion et management. Université de Rennes, 2023. Français. NNT : 2023URENG014 . tel-04845488

HAL Id: tel-04845488

<https://theses.hal.science/tel-04845488v1>

Submitted on 18 Dec 2024

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.

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE DE RENNES

ECOLE DOCTORALE N° 597

Sciences économiques et sciences de gestion - Bretagne

Spécialité : *Sciences de Gestion*

Par

Mathieu LESUEUR-CAZÉ

Effets de la *blockchain* sur les relations des acteurs au sein des chaînes logistiques

Thèse présentée et soutenue à Rennes, le 27/06/2023

Unité de recherche : CREM UMR CNRS 6211

Rapporteurs avant soutenance :

Blandine AGERON Professeure des Universités, Université Grenoble Alpes
Gilles PACHÉ Professeur des Universités, Aix Marseille Université

Composition du Jury :

Président : Marc BIDAN Professeur des Universités, Nantes Université
Examineurs : Blandine AGERON Professeure des Universités, Université Grenoble Alpes
Gilles PACHÉ Professeur des Universités, Aix Marseille Université
Thi Le Hoa VO Professeure des Universités, Université de Rennes

Dir. de thèse : Laurent BIRONNEAU Professeur des Universités, Université de Rennes
Co-dir. de thèse : Thierry MORVAN Professeur des Universités, Université de Rennes

« Seul le recul de l'histoire nous montre ce qui est évident : rien ne reste immense de ce que l'on peut mesurer, chaque relevé, chaque arpentage rapproche les parties éloignées et instaure par conséquent la proximité là où régnait auparavant la distance. ».

Hannah Arendt, Condition de l'homme moderne, 1958

« Alors que la plupart des technologies ont tendance à automatiser les travailleurs de la périphérie, qui effectuent des tâches subalternes, les *blockchain* automatisent le centre. Au lieu de mettre le chauffeur de taxi au chômage, les *blockchain* mettent Uber au chômage et permettent aux chauffeurs de taxi de travailler directement avec leurs clients. »

Vitalik Buterin, 30 septembre 2015

REMERCIEMENTS

Je présente mes sincères remerciements à Blandine Ageron, Professeure des Universités, Université Grenoble Alpes, rédactrice en chef de *Logistique & management*, et Gilles Paché, Professeur des Universités, Université d'Aix Marseille, ancien président de l'AIRL-SCM et rédacteur en chef de *Logistique & management*, qui me font l'honneur d'être les rapporteurs de ce travail.

Je remercie également les membres du jury, en particulier Marc Bidan, Professeur des Universités, Nantes Université, en tant que président du jury, et Thi Le Hoa Vo, Professeure des Universités, Université de Rennes, en tant que membre du jury.

Je ne remercierai jamais assez mes directeurs de thèse ; Laurent Bironneau, Professeur des Universités, Vice-Président de l'Université de Rennes, et Thierry Morvan, Professeur des Universités, Chef du Département GEA à l'IUT de Saint Malo. Je tiens à leur exprimer ma plus profonde gratitude, pour les heures passées à me relire, à me corriger, et à m'encourager. La thèse est finalement un sport collectif ; j'ai eu la chance d'avoir deux coachs exceptionnels et talentueux. Sans eux, je n'y serais pas parvenu.

Je tiens également à remercier les membres de mon CSI (Comité de Suivi Individuel), Bruno Durand, Maître de Conférence Emérite HDR, Université Paris Nanterre, et Vincent Hovelaque, Professeur des Universités, Université de Rennes, pour les conseils apportés tout au long de ma thèse.

Je tiens à remercier mes collègues doctorants de l'association « Six Sigma » de l'IGR-IAE, pour l'excellence des conférences organisées.

Je remercie également l'entreprise Talan, d'avoir accepté le défi de transformer un consultant en chercheur. Je remercie particulièrement son PDG, Mehdi Houas, et son directeur de Recherche et Développement, le Docteur Laurent Cervoni, pour les bonnes conditions de travail dont j'ai pu bénéficier. Si j'ai pu mener de front missions professionnelles et recherche, c'est aussi en partie grâce à David Haverlant, directeur Talan ; son efficacité, sa rigueur dans nos projets, et toutes les données transmises, m'ont été d'une grande aide pour les articles de cette thèse.

Je remercie tout particulièrement Franck Régnier-Pécastaing, Partner Data Governance chez Talan, pour avoir été un manager exceptionnel et pour son intérêt vis-à-vis de ma thèse. Nos discussions ne sont pas terminées et j'espère bien pouvoir renouveler nos débats d'idées bientôt.

Sans le soutien de ses amis, une thèse devient rapidement impossible.

Merci Clémentine S. pour toutes les fois où j'ai dû faire appel à tes talents de traductrice, et d'expression écrite. Merci William L., nous avons commencé ensemble cette aventure, je me souviens encore de nos premiers slides sur la *blockchain*, merci pour ton soutien. Merci Jean-Charles P., pour ton écoute, ta bonne humeur en toute circonstance, et toutes les idées nées de nos discussions.

Enfin l'exigence d'un travail de thèse, ne laisse pas beaucoup de place à la famille. Pourtant je sais bien que sans vous, il aurait été impossible que je termine ce travail.

Merci Alexandra, pour ta compréhension, ta patience et ton soutien tout au long de ces années. Comme moi, tu ne manques pas de projets, à mon tour de t'aider maintenant.

Merci mes enfants, pour votre patience, et votre joie de vivre qui a été une source inépuisable de positivité. Maintenant, j'espère râler un peu moins.

J'adresse ici toute mon affection à mes parents qui ont toujours été présents pour me soutenir, et ont su réorganiser leur maison pour que je puisse trouver un endroit propice à l'écriture dans les dernières étapes de cette thèse.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
Chapitre 1 : Réflexions sur les usages de la <i>blockchain</i> pour la logistique et le Supply chain Management : une approche prospective	20
Chapitre 2 : Enjeux et conséquences des <i>blockchain</i> de consortium et « mono acteur » au sein des chaînes logistiques : une approche par la théorie des coûts de transaction	44
Chapitre 3 : Blockchain in the organization of river transport, an agency theory approach	86
Chapitre 4 : Blockchain in river transport supply chain organization : a network theory approach	122
CONCLUSION	157
BIBLIOGRAPHIE GENERALE	177
PLAN DETAILLE	210
RESUME	213

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le Supply Chain Management (SCM) définit l'ensemble des ressources, moyens, méthodes, outils et techniques visant à piloter le plus efficacement possible la chaîne logistique dans sa globalité. Cette notion de pilotage dépasse largement la seule gestion technique des flux. Ainsi Roussat et Fabbe-Costes (2008, p. 188-189) définissent le SCM comme une « *fonction intégrative dont la principale responsabilité est de relier les fonctions et processus clés aux niveaux intra et inter-organisationnels pour former un business model cohérent et hautement performant. Plus précisément, le SCM est d'une part une philosophie managériale transverse et intégrative qui considère qu'il est stratégique de gérer de manière aussi collaborative que possible l'ensemble des flux d'une supply chain [...]. Le SCM est d'autre part une approche managériale tactique et opérationnelle de pilotage des flux 'par l'aval', garante de l'articulation effective de l'offre et de la demande* ».

Le Supply Chain Management repose notamment sur une recherche de relations plus collaboratives, tournées vers la création de valeur pour l'ensemble des acteurs de la chaîne, au travers d'activités plus intégrées, de comportements coopératifs et durables, d'un partage d'informations, d'une mutualisation de ressources, et d'une recherche de la satisfaction client (Charvet et al., 2008; Mentzer et al., 2008). Cette approche inter organisationnelle s'appuie sur la mise en place d'outils managériaux et digitaux, véritables socles de la confiance nécessaires à la construction de systèmes inter-organisationnels (Fabbe-Costes, 2000). En proposant un modèle de « confiance sans confiance » (Swan et De Filippi, 2017) la *blockchain* apparaît comme une technologie possible pour gérer ces relations inter organisationnelles (Baron et Chaudey, 2019; Queiroz et al., 2019; Alkhudary, 2020; Wan et al., 2022). Aussi, **ce travail de thèse propose de faire une étude des effets de la *blockchain* sur les relations entre les acteurs au sein des chaînes logistiques.**

Avant de détailler notre problématique et les questions de recherche associées, puis de présenter notre méthodologie et la structure de thèse, nous aborderons tout d'abord le contexte de cette recherche.

1. Contexte de la recherche

Selon Bowersox et Daugherty (1995), il ne fait aucun doute que la mise en pratique de la philosophie du Supply Chain management (SCM) s'appuie sur des technologies de l'information capables de mettre en relation les différentes entreprises d'une même chaîne logistique. Si les entreprises ont bien mis en place des outils d'intégration au sein de leur propre organisation avec les ERP (*Entreprise Resource Planning*), le déploiement du Supply Chain Management implique une vision inter-organisationnelle des opérations (Bidan et Rowe, 2004) nécessitant un partage de données entre entreprises.

Parallèlement, l'essor des technologies de l'information et de la communication (TIC) durant ces dernières décennies a permis de faciliter et de concrétiser les échanges entre entreprises, notamment grâce à l'emploi des EDI (Echanges de Données Informatisé) entre les acteurs (Murphy et Daley, 1999; Gregory E. Truman, 2000). Également encouragées par le développement des outils informatiques, les méthodes de gestion collaborative comme la GPA (Gestion Partagée des Approvisionnements) ou le CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* ou Gestion Collaborative de la Planification, de la Prévision et des Réapprovisionnements) se sont fortement développés. Les processus communs entre entreprises par la recherche de collaborations voire de coopérations sous tendues par les TIC en vue de gain d'efficacité (Simatupang et Sridharan, 2002; Nagati et al., 2009; Cao et Zhang, 2013), mais aussi les échanges en matière d'innovation (Daidj, 2017), ont donné naissance à des réseaux inter-organisationnels (Mandard, 2015). Ces derniers peuvent être définis comme étant « *un système d'échange entre entreprises, aux ressources et compétences complémentaires, développant un projet commun dans le cadre de stratégies coopératives par nature, leurs relations sont à la fois durables et étroites ; condition indispensable pour mener à bien le projet qui les unit* » (Paché et Paraponaris, 2006). Les acteurs ainsi regroupés au sein de structures inter-organisationnelles sont à la recherche d'outils leur permettant de gérer de la façon la plus adéquate, les interfaces de leur organisation, notamment en réduisant les asymétries d'information inhérentes à tout système d'échange. Dans ce contexte, il semble que la *blockchain* pourrait être utilisée avec intérêt au sein des chaînes logistiques puisque selon Pilkington (2016), les propriétés de cette technologie permettraient d'améliorer la sécurisation des échanges, la coordination et la traçabilité. En outre, la *blockchain* favoriserait la désintermédiation au sein des chaînes logistiques (Khan et Yu, 2020; Scott et al., 2017).

Afin de comprendre les spécificités de cette technologie émergente, présentons à présent les caractéristiques de la *blockchain*.

La *blockchain* est une chaîne de blocs, c'est-à-dire un registre distribué de façon inaltérable et décentralisé (Acquier et al., 2017; Marin-Dagannaud, 2017; Tapscott et Tapscott, 2017). La *blockchain* permet le stockage et la transmission de données de manière sécurisée, décentralisée et coordonnée. Dans un premier temps réservé au monde de la finance (Treleaven et al., 2017) avec ses applications telles que Bitcoin et Ethereum, elle est de plus en plus utilisée dans d'autres domaines et notamment dans le domaine de la logistique (Berbain, 2017; Lee et Pilkington, 2017; Leloup, 2017; White, 2017). Il est par exemple possible de citer le suivi des mangues par Walmart (Blakeman, 2018), la surveillance de toute une chaîne logistique comme le montre Zhao et al. (2019) dans le secteur de l'industrie agroalimentaire, l'amélioration de la transparence de l'attribution des marchés en logistique (Rico Polim et al., 2017) ou encore l'amélioration de la gestion des stocks de pièces détachées dans la construction des avions de ligne (Madhwal & Panfilov, 2017). De manière plus générale, (Field, 2017) prédit que la *blockchain* permettra d'améliorer la visibilité des chaînes logistiques, de les optimiser et de mieux prévoir la demande, car une transparence accrue permettra de réagir en temps réel aux événements imprévus. La *blockchain* contribuera aussi à réduire les fraudes et les erreurs, à réduire les coûts de transit et d'expédition, à diminuer les coûts de gestion des déchets et à améliorer la gestion des stocks selon le *Journal Of Commerce* (JOC) de mars 2017.

Les *blockchain* sont séparées en deux modèles : les *blockchain* publiques et les *blockchain* privées. Les premières sont accessibles à tous et les secondes sont restreintes aux seuls membres autorisés à y accéder. Ces deux modèles se déclinent ensuite en différentes variations de sous-modèles suivant les droits attribués à chacun des membres.

Ainsi, la *blockchain* à destination du secteur industriel s'articule autour de trois sous-modèles étudiés dans le cadre de cette thèse : les *blockchain* privées de type « mono-acteur » (centralisées), les *blockchain* privées de consortium (décentralisées) et les *blockchain* hybrides (distribuées) (appelées aussi semi-publiques) (Bashir, 2018, p. 33-35)¹.

Les *blockchain* privées « mono-acteur » sont des *blockchain* destinées aux industries dont la supply chain est complexe. Elles sont employées par des entreprises qui se trouvent en situation

¹ Bashir (2018) ne parle pas de « single actor blockchain », blockchain « mono acteur » en français, mais sa vision de « fully private blockchain » et de « proprietary blockchains » rejoignent cette idée. De la même façon, les blockchain hybrides en 2018 n'en sont qu'à leur balbutiement, aussi Bashir emploie le terme de « semi private » blockchain.

centrale ou de domination au sein de leur chaîne logistique. Ces entreprises se définissent alors comme des pivots organisationnels pilotant une organisation verticale (Claye-Puau et al., 2014). Ces *blockchain* sont dites privées en raison du caractère confidentiel qui les anime. Seuls les acteurs autorisés, qui appartiennent à l'organisation, ont le droit d'y adhérer.

Les *blockchain* de consortium sont destinées à un groupement d'acteurs dont l'interconnexion passe par un degré de confiance plus important. Elles favorisent la mise en place d'une structure horizontale ; n'y adhèrent que les membres autorisés.

Les *blockchain* hybrides sont une association (ou hybridation) entre des *blockchain* publiques, des *blockchain* privées et des systèmes de calcul centralisés du type « ERP ». Cet ensemble technologique permet à un réseau d'acteurs d'avoir une structure commune de certification des échanges commerciaux. Dans une telle structure, il ne se dégage ni horizontalité, ni verticalité. Elle favorise le développement d'une constellation d'acteurs avec laquelle il n'est pas possible de déterminer des liens de subordination. Les *blockchain* hybrides apportent à la fois les avantages des systèmes privés et des systèmes publics.

Quel que soit le modèle envisagé, les technologies *blockchain* reposent sur quatre caractéristiques principales : la distribution de pair à pair, les *smart*-contrats, les algorithmes de consensus et l'immutabilité des données. Explicitons chacune de ces caractéristiques.

La distribution de pair à pair

La distribution des informations de la *blockchain* repose sur la technologie du réseau de pair à pair. Un réseau de pair à pair permet à plusieurs ordinateurs ou nœuds du système de communiquer via un réseau, en y partageant tout simplement et directement des informations (Chouli et al., 2017). Outre le fait que cette configuration permet une libre circulation de l'information, elle confère au système un moyen de protection efficace contre les attaques. Il est en effet plus difficile de s'attaquer à un ensemble de nœuds d'un système plutôt qu'à un serveur (Gatti et al., 2004).

Le smart-contrat

Les *smart*-contrats sont des programmes automatés dont la fonction principale est d'effectuer des opérations de contrôle sur la *blockchain* (Kim et Laskowski, 2017). Parmi les variantes de *smart*-contrats envisageables nous en avons identifié deux principaux que l'on retrouve dans toutes les *blockchain*. Il s'agit des *smart*-contrats de type « participation » et des *smart*-contrats de type « contrôle de processus ». Les premiers servent à autoriser l'accès à la *blockchain* à une communauté d'utilisateurs restreints suivant certaines conditions : détention de jetons, de cryptomonnaie, identité du nœud, etc. Les seconds sont apparus suite à un besoin identifié par

la communauté informatique, de répondre à la problématique industrielle d'automatisation de contrôle des processus. Ces *smart*-contrats permettent d'automatiser des contrôles et donc d'amoindrir le risque de fraudes, de malveillance ou d'erreurs humaines, siège de nombreuses applications² (Chang et Chen, 2020). La faculté de contrôle des *smart*-contrats offre la potentialité à un acteur ou à un groupe d'acteurs d'institutionnaliser les règles opérantes dans une chaîne logistique (Berg et al., 2019, p. 125). Par conséquent, les *smart*-contrats participent, au même titre que les algorithmes de consensus, à l'exercice du pouvoir au sein des communautés d'acteurs qui adoptent un modèle de *blockchain*, que ce soit dans un mode inter-organisationnel (*blockchain* de consortium), ou dans un mode d'intégration verticale de la donnée (*blockchain* mono-acteur).

Les algorithmes de consensus

Les algorithmes de consensus sont l'outil au cœur du système de la *blockchain*. Ils participent au processus de certification des transactions. Il en existe aujourd'hui plus d'une trentaine. Même s'ils sont tous différents, ils ont un objectif identique ; valider les transactions. Les algorithmes de consensus permettent de répondre à des problèmes de réconciliation de données qui n'existent que dans le monde distribué. Par conséquent, ils auront un rôle moindre dans les *blockchain* privées mono-acteur. Trois fonctions principales sont remplies par ces algorithmes : *i*) assurer la cohérence des données entre plusieurs acteurs (par exemple l'historisation des événements), *ii*) garantir l'unicité de l'information et *iii*) résoudre des désaccords nés d'informations contradictoires.

L'immutabilité des données

Une fois enregistrée dans la *blockchain*, une transaction ne peut plus être modifiée (en cas d'erreur, il sera toujours possible d'enregistrer une autre transaction). Le principe d'immutabilité repose sur des technologies de cryptographie (clés asymétriques) et de signatures numériques obtenues par une fonction de hachage (SHA 256, SHA3, ...).³

² Montecchi et al. (2019), mettent en évidence l'utilisation de *smart*-contrats en logistique pour suivre la provenance de matières premières, la production et la consommation de ressources affectées à une production particulière, la conservation et le stockage de produits.

³ Les fonctions de hachage servent à produire une empreinte numérique unique de taille fixe appelée « image » à partir d'une donnée de taille arbitraire. C'est en raison de l'impossibilité de calculer la donnée de départ à partir de « l'image » (calcul inverse) que cette fonction est qualifiée de fonction à sens unique.

2. Problématique et questions de recherche

La technologie *blockchain* repose sur l'existence d'un réseau d'acteurs. Par conséquent, mettre en place une *blockchain* en SCM suppose une collaboration de tous les acteurs de la chaîne, puisque tous participent au même réseau. Or, les questions de collaboration et de coopération supposent des rapports de confiance entre les individus (Pesqueux, 2009). Dans le cadre de l'application d'une *blockchain* en SCM cette question de confiance serait caduque, car le registre distribué fait en sorte que tous les acteurs de la *blockchain* aient la même information de façon transparente et simultanée (Montecchi et al., 2019). Le tout est par ailleurs encadré par des algorithmes de consensus et des *smart*-contrats (Flori, 2017; Genestier et al., 2017; Pons, 2017). Toutefois, la transparence de l'information ne signifie pas la bienveillance entre les acteurs, ni leur pleine et entière collaboration. Il y a nécessairement un jeu de pouvoir qui se crée entre les acteurs. Le pouvoir peut être défini comme la possibilité pour certains individus d'agir sur d'autres individus ou groupes (Dahl, 1957; Crozier et Friedberg, 1977). Pour Kin et al. (2018), la question du pouvoir est liée à celle de la confiance. En effet, la décentralisation des processus de contrôle, et donc la décentralisation du pouvoir induite par la *blockchain*, ne peut s'expliquer qu'en raison d'une relation de confiance entre les acteurs. La *blockchain* matérialiserait ainsi, ce tiers de confiance nécessaire à la décentralisation du pouvoir et à l'existence d'une véritable inter-organisation.

Il est également possible que la question de la confiance entre les acteurs provoque l'émergence d'un tiers centralisateur, notamment dans le cas d'une *blockchain* détenue par un seul acteur : le pivot organisationnel. La *blockchain* se retrouverait alors en réseau centralisé du point de vue de ce tiers de confiance. Une telle configuration est un effet contre-intuitif de la *blockchain* puisque celle-ci promeut un modèle décentralisé. Il nous semble donc important d'étudier la question de la centralisation/décentralisation, et plus généralement la question de la gouvernance produite sous l'effet de l'utilisation de la *blockchain*.

Enfin, le SCM repose sur une collaboration étroite entre les parties prenantes du système de logistique coconstruit dans l'objectif de produire de la valeur pour le client. Elle est rendue possible par un échange intensif d'informations, visant à obtenir une synchronisation optimale et systématique des activités. Les liens existants entre les partenaires apparaissant comme des « liens forts ». La présence de ces liens forts au sein du système logistique coconstruit facilite et accentue l'engagement et la confiance entre les partenaires et permet ainsi d'optimiser

l'exploitation des ressources, la gestion des processus et au final de dynamiser la performance (Moran 2005, Krause et al 2007). On peut donc supposer que la *blockchain* en étant facteur de lien et de cohésion viendrait accroître ce lien et aurait un effet positif sur la performance des entreprises faisant partie de ce réseau.

En conséquence, notre recherche s'oriente vers les effets de la *blockchain* sur les relations de coordination, de collaboration et de confiance qu'entretiennent les acteurs au sein d'une même chaîne logistique, et la gouvernance qui en résulte. Le questionnement global est le suivant : **quels sont les effets de la *blockchain* sur les relations des acteurs au sein des chaînes logistiques ?**

Les éléments de réponse soulevés par cette question nous amènent vers des thématiques se rapportant à l'organisation des relations inter-organisationnelles. Treiblmaier (2018) nous explique l'intérêt des cadres théoriques socio-économiques pour les travaux de recherche concernant la *blockchain* appliquée au SCM. Ce dernier a retenu quatre théories qui ont eu un apport majeur pour la recherche en Supply Chain Management, à savoir : la Théorie des Coûts de Transaction (TCT), la Théorie de l'Agence (TA), la théorie des Réseaux (TR) et la théorie des ressources (*Resource Based View* – RBV). Etant donné notre positionnement sur les relations entre entreprises au sein des supply chain, nous avons préféré écarter la théorie des ressources qui nous semble plus éloignée de notre problématique. En effet, pour la RBV, la firme est définie comme un ensemble de ressources et de compétences. En analysant cet ensemble, l'entreprise doit déterminer un avantage concurrentiel en s'appuyant sur les ressources et compétences qu'elle peut valoriser. Elle ne s'attache donc pas seulement à étudier les relations entre les acteurs ; relations qui peuvent malgré tout faire partie du portefeuille de compétences maîtrisés par l'entreprise.

Selon Rojot (2016), deux dynamiques organisationnelles antagonistes sont à l'œuvre dans une entreprise : l'une, tournée vers l'intérieur même de la firme se veut immuable, tandis que l'autre, orientée vers ses frontières, est en constante évolution en réponse à l'environnement auquel elle est confrontée.

Rappelons que l'organisation cherche avant tout à se protéger de l'incertitude de l'environnement ; pour cette raison, elle dresse des frontières difficilement franchissables (Rojot, 2016, p. 137). Or, afin de répondre à la doxa d'agilité, elle se retrouve confrontée à une injonction paradoxale : être liquide, c'est-à-dire faire preuve d'agilité sur un marché en constant

changement, et posséder une structure interne forte et immuable donc être solide. Par voie de conséquence le système d'information doit lui aussi faire preuve d'agilité face à un environnement changeant, tout en étant le socle d'une organisation immuable en interne (Amblard, 2004; Chiapello et al., 2013). Nous partons du principe que la *blockchain* serait l'outil dont les entreprises se serviraient pour répondre à cette double injonction paradoxale. Si tel est le cas la *blockchain* pourrait agir dans les deux sens, c'est-à-dire sur les deux modes alternatifs de coordination des activités économiques étudiés par la **théorie des coûts de transaction** : la coordination par le marché (l'environnement externe de l'entreprise) et la coordination par la hiérarchie (l'organisation interne de l'entreprise). Cet action double entre marché et hiérarchie reflète un lien étroit et contradictoire avec la théorie des coûts de transaction dans laquelle marché et hiérarchie sont opposés (Coase, 1937). Par la suite, les travaux de Williamson s'orientent vers une réconciliation des deux modes de coordination avec la définition des formes hybrides comme juxtaposition des deux modèles analysés (Williamson, 1975). L'analyse par la Théorie des Coûts de Transaction (TCT) a déjà été utilisée à plusieurs reprises afin de déterminer si les TIC amènent les entreprises vers plus de coordination de type « marché » ou « hiérarchie ». Plus précisément l'étude de Malone et al. (1987) démontre que les TIC entraînent les entreprises vers une forme de coordination par le marché. Toutefois, d'autres études notamment celles de J.Kumpe et PJ Bolwijn (1988), ou d'Antonelli, (1988), ont conclu le contraire ; à savoir, que les avancées technologiques favorisaient l'intégration verticale de plusieurs firmes. Bien que contradictoires ces travaux montrent que les TIC ont un effet sur les formes de coordination des entreprises. Ces dernières sont appelées structures de gouvernance par la TCT, Williamson en définit trois types : marché, hiérarchie ou hybride (Baudry, 2005, p. 27). Selon la TCT c'est en raison du caractère incomplet des contrats, que les contractants optent pour des structures de gouvernance qui leur paraissent adéquates (Saussier et Yvrande-Billon, 2007, p. 25) dans le sens où elles vont venir limiter l'incertitude et diminuer le coût de transaction. L'analyse de l'effet de la *blockchain* sous le prisme de la TCT, nous paraît pertinente car elle permet de mettre en lumière l'action de la *blockchain* vis-à-vis des aspects de gouvernance et d'organisation. De plus, *blockchain* et TCT partagent des concepts communs (coûts de transaction et gouvernance). En effet, le créateur (ou le groupe de créateurs) de la *blockchain* avait pensé le bitcoin dans le cadre des coûts de transaction. Satoshi Nakamoto prévoyait, une compétition des coûts de transaction et, selon lui, retirer le tiers de confiance en employant la *blockchain* allait diminuer le coût des transactions et rendre cette solution plus intéressante que les moyens traditionnels (Nakamoto, 2014, p. 140).

Concernant le SCM, il est possible que la *blockchain* impacte le coût des transactions également et les formes de gouvernance envisagées. Treiblmaier (2018), propose d'étudier cette question en employant le cadre d'analyse apporté par les travaux fondateurs de Williamson ; cela nous conduit au sous-questionnement suivant : **Quels sont les enjeux et les conséquences des modes de gouvernance favorisés par les *blockchain* de consortium et les *blockchain* de type « mono acteur » au sein des chaînes logistiques, et plus particulièrement sur les relations inter-organisationnelles ?**

La *blockchain* semble avoir des effets sur les contrats puisqu'elle enfermerait les clauses d'exécution des contrats au sein des *smart*-contrats. Mais ces *smart*-contrats ont des limites tout comme leurs homologues réels : les contrats. Par conséquent, les mécanismes des contrats et des contrôles, touchant à leur limite, la confiance entre les acteurs semble prendre le relais (Charreaux, 2000). Aussi, il est intéressant d'étudier les mécanismes de confiance entourant l'établissement des *blockchain*, c'est-à-dire la mise en commun d'informations et de pratiques nécessaires à l'établissement d'une *blockchain* et le savoir-faire inter-organisationnel qui en résulte. Pour se faire **la théorie de l'Agence (TA)** semble pouvoir être mobilisée car elle permet de comprendre de quelle manière s'articule le nouveau contrat à l'œuvre dans les *blockchain*. Plus précisément, nous avons choisi d'analyser les effets de la technologie *blockchain* sur les relations entre donneur d'ordre et sous-traitants. La place du contrat est fondamentale pour la **Théorie Normative de l'Agence (TA)** fondée sur la relation Principal/Agent et sur la théorie des droits de propriété (Charreaux, 2008). La théorie de l'Agence part en effet du principe que les entreprises sont avant tout des nœuds de contrat (Alchian et Demsetz, 1972). Cependant, l'observation des contrats à long terme montre que la confiance ne repose plus sur une relation de subordination mais laisse place à une relation de coordination voire de coopération. Cette observation trouve un questionnement particulier au regard de la **Théorie Positive de l'Agence (TPA)** (Jensen et Meckling, 1992) qui vient compléter la TA. Comme le rappelle Charreaux (2008, p. 228),: « [la TPA] ... s'applique en particulier, à l'architecture organisationnelle – c'est-à-dire aux questions touchant à l'allocation et au contrôle des décisions – et à la gouvernance des entreprises ». Plus précisément, la TPA permet d'étudier les mécanismes de prolongation de contrat et les incitations nécessaires pour diminuer les coûts de coopération. Cela nous amène au questionnement suivant : **Comment les solutions *blockchain* peuvent-elles impacter la relation principal/agent au sein des chaînes logistiques ?**

Enfin, dans le but de compléter notre analyse des effets de la *blockchain* sur les relations au sein des chaînes logistiques, nous nous tournons vers l'observation des réseaux et l'analyse de

leur constitution. Aussi, approcher les organisations par le biais des réseaux et de **la théorie des réseaux sociaux (TR)**, permet d'aller au-delà des notions d'incertitude de l'environnement, de dépendance des ressources ou des pressions institutionnelles (Saussois, 2019, p. 42) et de s'intéresser davantage aux aspects de collaboration sous-tendue par le jeu des relations et des liens qui s'opèrent entre les acteurs (Lecoutre et Lièvre, 2019). En effet, comme le démontre Granovetter (1973), la nature et la force du lien social qui unit les acteurs confère au réseau des propriétés organisationnelles propres à sa dynamique (centralisation par un acteur, extension du réseau ou non, etc.). Aussi, après s'être intéressé à la transaction et au contrat, il nous paraît important de traiter la force du lien comme autre unité d'analyse au sein des chaînes logistiques avec le questionnement suivant : **Quels sont les impacts de la technologie *blockchain* sur la nature et la qualité des relations des acteurs au sein d'une chaîne logistique ?**

Après avoir défini les questions auxquelles nous allons nous intéresser dans le cadre de cette thèse, décrivons la méthodologie utilisée.

3. Méthodologie

La nature de ce projet de recherche est l'exploration du secteur industriel en vue de décrire et de comprendre les effets de la technologie *blockchain* sur les relations qui opèrent au sein des chaînes logistiques. Par ailleurs, cette recherche s'inscrit dans le cadre du conseil aux entreprises en déterminant la façon la plus appropriée d'employer la *blockchain* dans une visée d'implications managériales. La méthodologie qualitative semble pertinente dans le cadre de ce travail puisqu'elle permet d'observer l'émergence de nouveaux concepts facilitant la compréhension d'un phénomène (Thiéart, 2014), contrairement à la méthodologie quantitative où l'objectif est de mesurer un phénomène. Nous utilisons la méthode des cas puisqu'elle permet de conduire une recherche en profondeur (Gavard-Perret, 2018) et donc de faciliter la compréhension du phénomène étudié (David, 1999).

Notre étude se basant sur des enquêtes de terrain, le paradigme épistémologique de cette recherche s'appuie donc sur une réalité objective et ce travail de thèse se situe dans le courant positiviste. En suivant la proposition d'Halldorsson et al. (2007), et celle de Treiblmaier (2018), nous adoptons des cadres d'analyses socio-économiques appartenant à la théorie des organisations et aux théories socio-économiques pour analyser des phénomènes qui se déroulent dans le secteur industriel. Ce travail de recherche ne s'inscrit pas tout à fait dans une démarche exploratoire, car l'arrivée de la *blockchain* dans l'industrie rappelle, par ses propriétés de liens entre les entreprises, les travaux déjà menés sur les EDI, et plus largement sur l'apport

des TIC pour le Supply Chain Management. Ainsi, cette recherche s'inscrit dans une démarche hypothético-déductive par rapport à un cadre théorique.

La notion de « déduction » reste discutable car comme le souligne David (1999), la déduction est une étape d'une boucle récursive : abduction/déduction/induction. Notons également que l'induction pure n'est pas acceptable par les préceptes de la science comme le rappelle Gavard-Perret (2018, p. 60), en citant Chalmers et al. (1987). La nécessité de traiter une question de façon systémique et en particulier le cas de l'adoption de la *blockchain* nous pousse à construire notre recherche suivant un mode post-positiviste, c'est-à-dire dans un dialogue constant entre le cadre théorique et les données obtenues sur le terrain. Il s'agit de comprendre comment le secteur a su transformer la *blockchain* à son profit et comment cet outil modèle les relations entre les acteurs au sein des chaînes logistiques. En effet, la *blockchain* contrairement aux EDI n'a pas été créée en vue d'être utilisée par le secteur industriel, mais pour être utilisée dans le secteur de la finance. Pour comprendre l'adoption de la *blockchain* par les entreprises, il est donc nécessaire d'élaborer des hypothèses et de les tester ensuite dans le cadre théorique choisi. Dans la démarche épistémologique retenue, il s'établit ainsi une communication entre cadre théorique et observations ; dans le sens théorie vers données « terrain » : les données répondent au cadre théorique en mode déductif, et dans le sens des données « terrain » vers la théorie : les données viennent enrichir ou contredire la théorie en mode inductif. En ce sens nous appliquons le schéma de « la roue de la science », illustré dans la figure 1 ci-dessous (Gavard-Perret, 2018, p. 61).

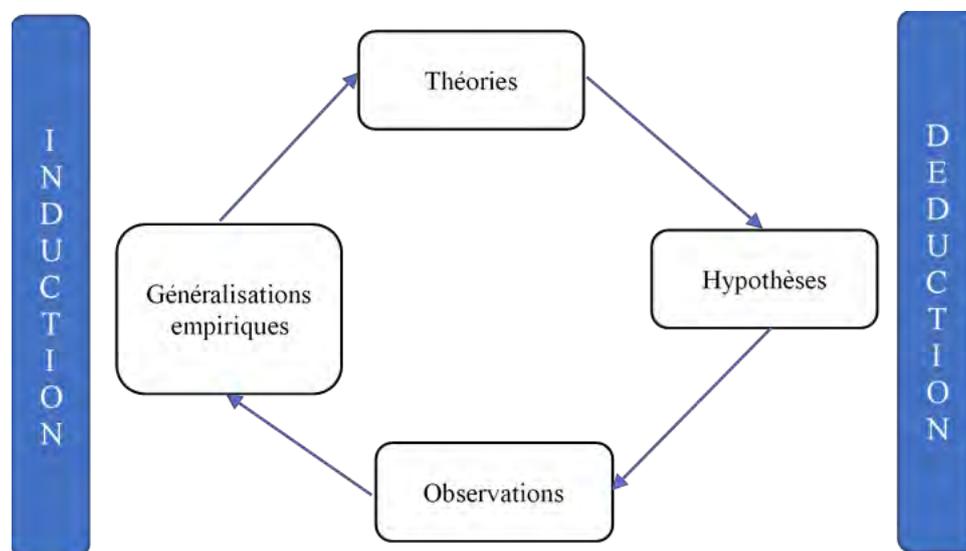


Figure 1: roue de la science d'après Babbie E., *The practice of social research*, 6^{ème} ed, Belmont, CA, Warworth Publishing Company, 1992.

Le mode abductif, quant à lui, précède la déduction et l'induction puisqu'il s'agit là de tester des hypothèses. L'abduction aboutissant par la suite à la déduction puis à l'induction (David, 1999). Selon (Koenig, 1993) : « *L'abduction consiste à tirer de l'observation des conjectures qu'il convient ensuite de tester et de discuter* ».

En conclusion bien qu'hypothético-déductive par essence, notre recherche n'en est pas moins inductive et abductive car notre observation s'exerce sur un objet émergent dont les répercussions sont multiples. La question de recherche soutenue par cette thèse se focalise sur le processus d'adoption de la *blockchain* par les entreprises et ses répercussions relationnelles sur les chaînes logistiques.

Cette thèse est réalisée dans le cadre d'un financement *CIFRE* en partenariat avec l'entreprise Talan, Entreprise de Service Numérique internationale, qui compte actuellement plus de 6000 employés. L'objectif pour Talan est stratégique ; en connaissant les bénéfices de la *blockchain* en supply chain, Talan peut ajuster son offre et conquérir de nouveaux marchés ou renforcer sa position dans ce secteur. De plus, en couplant les ERP à la *blockchain*, Talan souhaiterait réaliser un pont entre plusieurs outils nécessaires à de nombreux acteurs de la chaîne logistique. Le métier de consultant *blockchain* pour le groupe Talan, me place dans une situation d'observateur propice au recueil de données. Cette position me permet également d'adopter une posture interventionniste dans le cadre d'une recherche action.

4. Structure de la thèse

Cette thèse est structurée en quatre chapitre (*cf.* tableau 1 ci-après).

Un premier chapitre, propédeutique à notre travail d'ensemble, permet de faire un point prospectif sur les usages de la *blockchain* pour la logistique et le SCM en mobilisant le modèle du SCM proposé par Mentzer et al. (2001). Plus précisément, ce modèle nous offre la possibilité d'étudier les conséquences de la *blockchain* sur les six axes définis par Mentzer et al. (2001) : les flux « produits », les flux « services », la gestion de l'information, la gestion des ressources financières, la gestion des stocks et la coordination intra et inter-entreprises. Ce dernier point nous permet d'aborder les impacts de la *blockchain* sur la coordination et la collaboration au sein des chaînes logistiques. Ce chapitre a fait l'objet d'une publication en 2022 dans la RFGI (Revue Française de Gestion Industrielle), cette dernière se basant sur un texte présenté lors des 13^{èmes} Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique et Supply Chain Management, le 8 octobre 2020, sous le titre de « *Reflections on using the blockchain for logistics and Supply Chain Management* ».

Puis trois chapitres nous permettent de positionner notre réflexion en lien avec les trois écoles de pensée évoquées par Treiblmaier (2018) que sont : la théorie des coûts de transaction (chapitre 2), la théorie de l'Agence (chapitre 3) et la théorie des réseaux sociaux (chapitre 4).

Le chapitre 2 traite de la problématique de la gouvernance en rapport avec les différentes structures de *blockchain*, en s'appuyant sur une étude de cas auprès d'un distributeur alimentaire. Ce chapitre est constitué d'un article proposé à la revue *Logistique & Management*, s'appuyant lui-même sur deux papiers présentés lors de la 26^{ème} conférence de l'Association Information et Management à Nice du 09 au 11 juin 2021.

Le premier s'intitule « L'émergence des *blockchain* au sein des chaînes logistiques : apports conceptuels de la théorie des coûts de transaction ».

Le second « Etude exploratoire de l'adoption de la *blockchain* par un distributeur alimentaire : une analyse par les coûts de transaction ». L'étude de cas réalisée fait aussi l'objet d'une adaptation dans le livre de Reix, Fallery, Kalika et Rowe (2023), *Systèmes d'information et management*, dans sa 8^{ème} édition (à paraître).

Le chapitre 3 s'intéresse à la relation Principal/Agent sous l'effet des différentes solutions *blockchain*. Ce chapitre est constitué d'un article retenu pour la conférence Prolog 2023, au Luxembourg, du 20 au 23 juin 2023. Il s'appuie lui-même sur un papier présenté lors des 14^{ème} Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique et Supply Chain Management, à Clermont Ferrand du 18 au 20 mai 2022, s'intitulant : « La *blockchain* dans l'organisation du transport fluvial, une approche par la théorie de l'agence ». Cet article repose sur une méthodologie de recherche-action auprès d'un gestionnaire de transport fluvial.

Le chapitre 4, quant à lui, traite de l'effet de la *blockchain* sur les inter-organisations en fonction de la structure de la *blockchain* utilisée et en mobilisant la théorie des réseaux sociaux. Plus exactement, nous étudions dans ce dernier travail la nature et la qualité des relations des acteurs au sein des supply chain en qualifiant les liens qui résultent de la structure *blockchain* que le réseau a choisi. Ce chapitre est constitué d'un article présenté lors du First Vietnam Symposium in Supply Chain Management, qui s'est tenu du 25 au 26 octobre 2022, et qui a reçu le « *best award paper* » du congrès. Comme le chapitre 3, cet article repose sur une méthodologie de recherche action auprès d'un gestionnaire de transport fluvial.

Enfin, une conclusion nous permet de préciser la portée des résultats auxquels nous sommes parvenus, les limites de notre travail, et de dresser des perspectives complémentaires pour de futures recherches.

Tableau 1 : Synthèse de la méthodologie et des cadres d'analyse utilisés.

	Chapitre 1	Chapitre 2	Chapitre 3	Chapitre 4
Approche mobilisée	Principe du SCM selon Mentzer Pilotage par les processus	Théorie Coûts de Transaction (TCT) Détermination des structures de gouvernance efficientes	Théorie de l'Agence (TA) Conception des contrats et modes incitatifs efficientes	Théorie des Réseaux (TR) Qualification des liens dans les réseaux inter- firmes
Question de recherche	Quelles sont les potentialités de la technologie <i>blockchain</i> pour la logistique et plus globalement le SCM et ses principes de pilotage des flux et des processus ?	Quels sont les enjeux et les conséquences des modes de gouvernance favorisés par les <i>blockchain</i> de consortium et les <i>blockchain</i> de type « mono acteur » au sein des chaînes logistiques, et plus particulièrement sur les relations inter-organisationnelles ?	Comment les solutions <i>blockchain</i> peuvent-elles impacter la relation principal/agent au sein des chaînes logistiques ?	Quels sont les impacts de la technologie <i>blockchain</i> sur la nature et la qualité des relations des acteurs au sein d'une chaîne logistique ?
Posture du chercheur	Prospective	Analyse qualitative	Recherche action	Recherche action

Chapitre 1

Réflexions sur les usages de la *blockchain* pour la logistique logistique et Supply Chain Management : une approche prospective.

Article publié dans la Revue Française de Gestion Industrielle le
22/04/202.

Réflexions sur les usages de la *blockchain* pour la logistique et le *Supply Chain Management* : une approche prospective.

Mathieu Lesueur-Cazé ¹, Laurent Bironneau ², Gulliver Lux ³, Thierry Morvan ⁴.

¹Univ Rennes, CNRS, CREM – UMR 6211, Rennes, France – Talan, mathieu.lesueur@univ-rennes1.fr

²Univ Rennes, CNRS, CREM – UMR 6211, Rennes, France, laurent.bironneau@univ-rennes1.fr

³Université du Québec à Montréal, lux.gulliver@uqam.ca

⁴Univ Rennes, CNRS, CREM – UMR 6211, Rennes, France, thierry.morvan@univ-rennes1.fr

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 chaînes logistiques. Se pose donc la question des potentialités d'une telle technologie innovante sur la logistique et plus globalement le *Supply Chain Management* (SCM) et ses principes de pilotage des flux et des processus. Cet article se propose donc de faire un point prospectif sur les usages de cette technologie pour la logistique et le SCM en mobilisant le modèle du SCM proposé par Mentzer et al. (2001). Plus précisément, ce modèle nous a offert la possibilité d'étudier les conséquences de la *blockchain* sur les six axes définis par Mentzer et al. (2001) : les flux « produits », les flux « services », la gestion de l'information, la gestion des ressources financières, la gestion des stocks et la coordination intra et inter-entreprises. Nos résultats mettent en avant (i) la nécessaire interopérabilité des *blockchains* en vue d'une traçabilité complète, (ii) les questions de pouvoir qu'impliquent l'interconnexion des flux de service et (iii) la modification des frontières de l'entreprise dans une vision plus large d'entreprise étendue.

Mots clés : Blockchain, Digitalisation, Supply Chain Management.

Reflections on the uses of blockchain for logistics and Supply Chain Management: a prospective approach.

Abstract : In an environment characterized by profound digital mutations, connected objects, big data, and platforms, the blockchain offers potential for changes in the management of logistic chains. This raises the question of the impacts of such an innovative technology on logistics and, more globally, on Supply Chain Management (SCM) and its principles of flow and process management. This article takes a prospective look at the uses of this technology for logistics and SCM by mobilizing the SCM model proposed by Mentzer et al (2001). More precisely, this model was the premise for us to study the impacts of blockchain along the six axes defined by Mentzer et al. (2001): "product" flows, "service" flows, information management, financial resources management, inventory management and intra- and inter-firm coordination. Our results highlight (i) the required interoperability of blockchains for full traceability, (ii) issues of power implied by the interconnection of service flows and (iii) the evolution of the enterprise into a broader extended enterprise.

Keywords : Blockchain, Digitalization, Supply Chain Management.

Citation : Lesueur-Cazé M.; Bironneau L.; Lux G. ; Morvan T., (2022). Réflexions sur les usages de la *blockchain* pour la logistique et le *Supply Chain Management* : une approche prospective. *Revue Française de Gestion Industrielle*, 36(1), 60-82.

<https://doi.org/10.53102/2022.36.01.917>

Historique : reçu le 25/10/2021, accepté le 17/03/2022, en ligne le 22/04/2022

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), permitting all non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. INTRODUCTION

Il y a 25 ans déjà, Bowersox et Daugherty (1995) prévoyaient le rôle clé des systèmes et technologies de traitement et diffusion de l'information (IS/IT) sur l'évolution des paradigmes de la fonction logistique. Force est de constater que ces outils ont effectivement joué un rôle important dans l'émergence du *Supply Chain Management*, en permettant l'intégration et l'accélération des flux d'information (interfaces clients / fournisseurs ou entre prévision, stock et planification par exemple), mais aussi en tant que solutions autorisant un pilotage global de la chaîne logistique : approvisionnement, production, distribution, demande. Parmi ces IS/IT, nous pouvons évoquer avec Bayraktar et al. (2009) : (i) les IS/IT « entreprise étendue », comme les ERP (*Entreprise Resources Planning*), qui permettent de gérer l'ensemble des informations transactionnelles au sein d'une organisation et entre organisations, (ii) les IS/IT intégrateurs, comme les outils de « *Supply Chain Planning* », qui ont pour objectif de faciliter l'aide à la décision dans la chaîne logistique, (iii) les IS/IT facilitateurs, complémentaires des systèmes précédents, qui ont pour rôle de permettre et d'accélérer la diffusion et le traitement de l'information entre les partenaires.

Aujourd'hui l'émergence de nouvelles solutions vient à nouveau questionner la logistique et le *Supply Chain Management* dans leur fonctionnement. C'est en particulier le cas de la *blockchain* comme le montre un état de l'art récent (Queiroz et al., 2019 ; Wang et al., 2019 ; Duan et al., 2020 ; Benhayoun & Saikouk, 2022). 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). Sa principale promesse est de créer de la transparence (Tapscott & Tapscott, 2017 ; Imeri, 2021), domaine parmi les plus importants et les plus difficiles à améliorer pour la logistique et le *Supply Chain Management* (Abeyratne & Monfared, 2016). Il n'est alors pas

surprenant que certains experts en logistique considèrent la *blockchain* comme offrant "un énorme potentiel" (O'Marah, 2017) comme une "plate-forme indispensable pour le renouveau économique" (Casey & Wong, 2017), ou encore comme une "plate-forme indispensable pour transformer la chaîne logistique et améliorer la manière dont nous produisons, commercialisons, achetons et consommons nos produits" (Dickson, 2016 ; Ahmed et al., 2019). Ces potentiels méritent d'être organisés et pensés afin de guider les futurs travaux de recherche sur le sujet. Aussi notre problématique sera la suivante : Quelles sont les potentialités de la technologie *blockchain* pour la logistique et plus globalement le SCM et ses principes de pilotage des flux et des processus ? Pour répondre à cette question, cet article se propose de faire un point prospectif (Scouarnec, 2008) sur les usages de cette technologie pour la logistique et le SCM. Après avoir décrit son fonctionnement (2), nous présenterons la méthodologie de notre démarche prospective (3) et nous l'appliquerons aux différentes activités de la logistique et du *Supply Chain Management*, ce qui nous permettra d'évoquer différentes pistes de recherche (4).

2. LA TECHNOLOGIE BLOCKCHAIN

2.1 Caractéristiques et principes de fonctionnement

La *blockchain* repose avant tout sur la technologie des registres distribués (DLT, *Distributed Ledgers Technology*). Un registre distribué est un journal de transactions enregistré et synchronisé sur un réseau d'ordinateurs. Ce registre est diffusé à travers un réseau de pairs à pairs sur lequel est venue se greffer un algorithme de consensus afin de synchroniser et authentifier l'état du registre. Celui-ci se présente sous la forme d'une chaîne de blocs plus communément appelée « *blockchain* ». La *blockchain* n'est pas la seule forme de registre distribué, mais c'est la forme la plus répandue parmi les cryptomonnaies, dont découle les applications industrielles abordées dans cet article. La structure distribuée de la *blockchain* lui confère une sécurité supplémentaire par rapport aux systèmes d'architectures classiques « Client – Serveur » (Gatti et al., 2004).

Les blocs de la chaîne sont ordonnés suivant des numéros de hachage. 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. 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. (2021) résume le fonctionnement de ce réseau (cf. 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 souvent le terme de « machine à faire confiance » ou « *trust machine* » pour décrire la *blockchain* (cf. The Economist 31/10/2015). L'objectif du mécanisme de consensus est d'obtenir un accord sur l'état historique des transactions, sans entité centralisée.

L'ajout des *smart contract* (contrats « intelligents » ou *smart contracts*) a permis l'application d'une logique métier complexe à la *blockchain*. Un contrat intelligent est un ensemble de code et de données (parfois appelé fonctions et état) qui est déployé dans une *blockchain* permettant d'effectuer des calculs, stocker des informations et envoyer

automatiquement des fonds à d'autres comptes (Yaga et al., 2018).

Les *smart contracts* font entrer les *blockchains* dans le panel des outils de gestion industriels avec une particularité supplémentaire : celle de l'automatisation des calculs de contrôle. Ils peuvent effectivement, et par exemple, déclencher des processus de type commande de pièces qui viennent d'être vendues, mais aussi attester de la bonne conformité des pièces produites (Yaga et al., 2018). Ils permettent ainsi l'application d'une logique métier complexe à la *blockchain*.

Soulignons enfin, qu'au-delà des aspects techniques il est possible de distinguer deux types de *blockchain* : les *blockchain* publiques ou autorisées (*public* ou *permissionless*) et les *blockchain* privées (*private* ou *permissioned*). Dans une *blockchain* privée, 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 à certaines informations à quelques participants (Lewis et al., 2017). Les industriels se tournant vers des *blockchain* privées, nous n'évoquerons désormais que ces dernières.

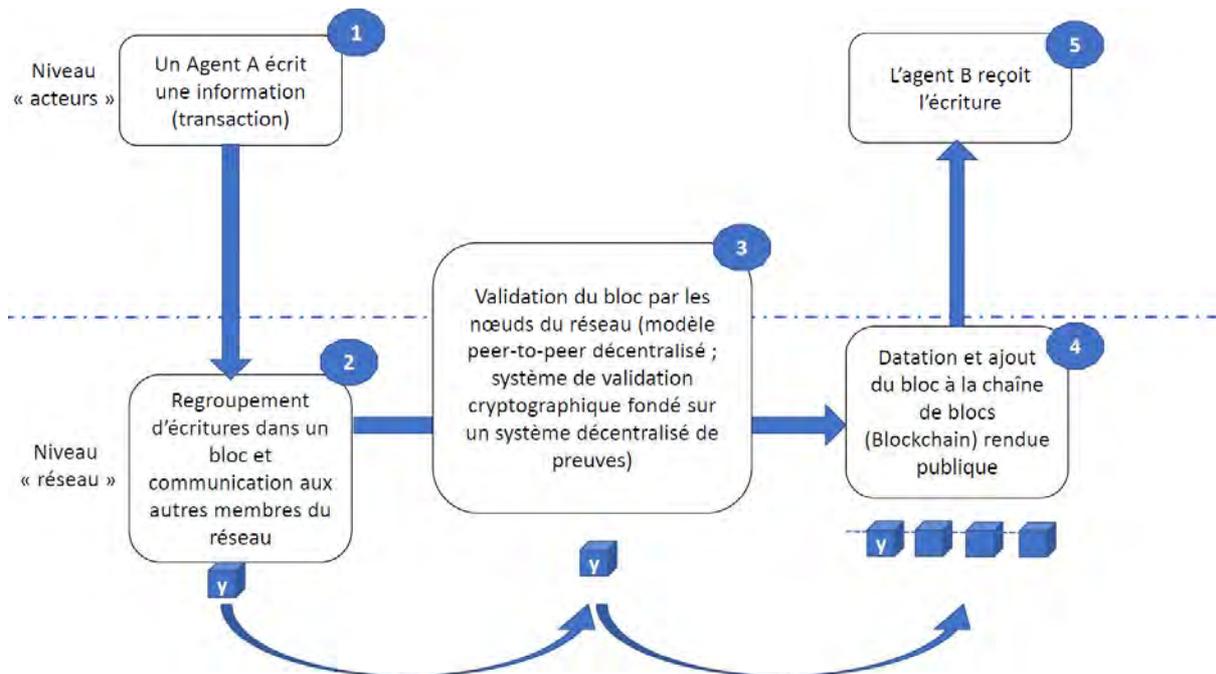


Figure 1 : Fonctionnement du réseau « blockchain ». Source : Desplebin et al., 2019 ; 2021.

2.2 L'évolution de la *blockchain* et principaux enjeux.

Depuis la création de la première *blockchain* en 2008 avec le Bitcoin, plusieurs évolutions en ont modifié l'usage. Il est possible de caractériser trois grandes étapes : La *blockchain* 1.0 pour la monnaie numérique, la *blockchain* 2.0 pour la finance numérique et le *Supply Chain Management* et la *blockchain* 3.0 pour la société numérique.

La *blockchain* 1.0 rassemble l'ensemble des cryptomonnaies. Ces *blockchain* constituent les premiers actifs numériques apparus dans la suite logique du célèbre Bitcoin.

Par la suite en 2014, l'ajout de *smart* contrats a permis d'utiliser la *blockchain* pour des applications non financières notamment dans le *Supply Chain*. Dès lors certaines *blockchain* s'éloignent complètement des Crypto-monnaies et s'adressent directement aux industriels. Cet ensemble applicatif utilisant des *smart* contrats constitue la *blockchain* de deuxième génération appelée : *blockchain* 2.0.

La *blockchain* 3.0 dépasse le cadre de l'entreprise et même du secteur d'appartenance. Le terme de DAO (*Decentralized Autonomous Organizations*) est alors utilisé. Pour plus de clarté, nous parlerons d'organisation inter-entreprises. 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. Le changement des limites organisationnelles permet d'adapter différents modes opératoires afin de générer de la valeur de manière privilégiée, notamment dans le cas du lien entre le flux physique et le flux financier. 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.

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

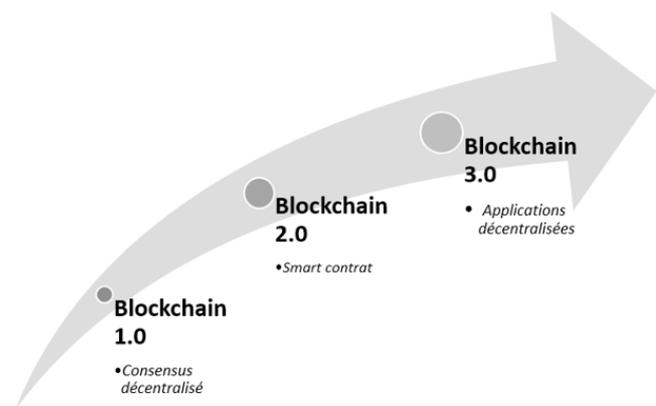


Figure 2 : Evolution de la blockchain. Source : Auteurs

2.3 Les limites actuelles de la *blockchain*

Avant d'envisager les usages possibles de la *blockchain* en logistique et *Supply Chain Management*, il nous faut préciser que celle-ci n'est pas exempte de limites. Elles sont à la fois technologiques, économiques, juridiques et relatives à la gouvernance.

Technologiques, tout d'abord. Il n'existe pas à ce jour de protocole universel de *blockchain* (Roubini, 2018) et les registres distribués se développent un peu partout dans le monde sur de nombreuses applications sans qu'un protocole commun ne puisse voir le jour. La maturité du *smart* contrat est par ailleurs elle-même remise en cause ; il existe à l'heure actuelle certaines failles dans l'application des *smart* contrats qui ont eu de fortes répercussions dans la communauté des développeurs *blockchain* (Guégan, 2017).

Economiques, ensuite : les cryptomonnaies ne sont toujours pas stables (Caginalp & Caginalp, 2018), le bitcoin en est un exemple retentissant, il est donc difficile d'entrevoir un financement de la *Supply Chain* par la *blockchain* dans cet optique.

Juridiques, également : les *smart* contrats posent problème notamment (Sklaroff, 2017) : une marque a-t-elle le droit d'imposer à ses fournisseurs un programme informatique de contrôle des conditions de travail ou de provenance des matières premières ? Et à qui appartiendrait le *smart* contrat ainsi créé ?

En termes de gouvernance, enfin certaines semblent créer une entité de gouvernance à part entière en contrôlant les accès au droit de vote de chacun pour l'accès d'un nouveau bloc (cf. fonctionnement de l'algorithme *Delegated Proof of Stake* - Preuve d'Enjeu Déléguée).

Certaines de ces limites nous semblent toutefois pouvoir être dépassées. Il est probable notamment que les problèmes freinant le développement de la *blockchain* seront résolus dans quelques années. D'autres seront peut-être plus difficiles à lever à horizon court, notamment les difficultés liées à la gouvernance, actuellement point d'achoppement principal à l'adoption de la *blockchain* ; en effet, certains problèmes dans la constitution de l'écosystème demeureront prégnants, car il s'agit de la révolution d'un système plus que d'un changement de technologie (Christensen, 2016).

Au-delà de ces limites, ces trois évolutions sont autant d'éléments de réflexion pour la prospective des métiers et du secteur de la logistique et du *Supply Chain Management*. Après une présentation de la démarche prospective, nous développons notre réflexion sur la *blockchain*.

3. METHODOLOGIE : UNE REFLEXION PROSPECTIVE

Notre méthodologie s'appuie sur une « *activité prospective* » (Bootz, 2005) visant à « *stimuler l'intuition des acteurs et à développer une compréhension nouvelle du monde* » (Mérindol et al., 2009). Plus particulièrement notre réflexion suit la méthodologie de la prospective métier développée par (Boyer & Scouarnec, 2002 ; 2005) qui vise notamment à l'identification de scénarii possibles (Dumoutier et al., 2022) sur l'évolution des métiers, mais aussi plus généralement sur les futurs les plus probables que les entreprises auront à

affronter (Kin et al., 2018a ; Bentalha et al. 2020) : « Il s'agit alors d'imaginer les conséquences de ces tendances sur les situations réelles du travail, l'organisation du travail et les métiers » (Mérindol et al., 2009). Cette approche a notamment été utilisée pour étudier les effets de la mise en œuvre de la *blockchain* en comptabilité et audit (Desplebin et al., 2018), en SCM (Kin et al., 2018a), et plus globalement pour analyser l'évolution des services (Bentalha et al. 2020). Scouarnec (2008), définit la prospective comme « *l'élaboration d'une réflexion sur les avens possibles et reposant sur une méthodologie appropriée (...). La prospective est de l'ordre de l'anticipation, même imparfaite, des changements, des discontinuités, des éventualités. (...)* ». (Desplebin et al., 2018), citant les travaux de (Hatem et Prél, 1995) rappellent qu'il existe cinq caractéristiques de la prospective : globale, longue, rationnelle, d'appropriation et c'est une vision pour l'action (tableau 1).

Notre démarche qui tente d'appréhender les effets de la *blockchain* dans le champ de la logistique et du *Supply Chain Management* (SCM) répond à l'ensemble de ces caractéristiques. Ainsi, elle est globale, car elle tente d'identifier les impacts « entreprise et processus » au sein de la logistique et du SCM. Notre réflexion est également longue, car elle vise à anticiper des changements qui sont aujourd'hui pour le mieux en phase de lancement et pour la plupart au stade du projet.

Notre démarche est rationnelle, car elle s'appuie sur les dires d'experts de la *blockchain* et de la logistique rencontrés par les auteurs, la réflexion d'auteurs experts (deux sont des spécialistes de la logistique et deux des *blockchain*), mais aussi d'observations de pratiques concrètes de terrain (l'un des auteurs est en poste dans une organisation à la pointe de la réflexion sur le sujet en logistique et SCM). Comme le soulignent (Desplebin et al., 2018), « *il s'agit d'adopter une forme de bon sens* », facilité par la connaissance de la profession étudiée. Enfin, l'implication d'un des auteurs dans une entreprise du secteur en tant qu'expert *blockchain* permet de garantir l'appropriation et la vision pour l'action de notre réflexion (prévoir sans prédire) en restant au plus près du terrain.

Tableau 1 : Les cinq caractéristiques de la prospective, adaptées de Hatem et Prél (1995) par Boyer et Scouarnec, (2005) ; Scouarnec, (2008) ; Desplebin et al. (2018).

Type de caractéristiques	Contenus
Approche Globale	La prospective est pluridisciplinaire et transversale. Une approche systémique permet d'éclairer la complexité du réel. La dimension du long terme est nécessaire. La créativité exige d'expérimenter des rapprochements et des confrontations pour imaginer les changements en germe.
Approche Longue	La prospective a pour ambition de voir large et loin : - parce que l'histoire relativise les modes du moment et renvoie aux courants profonds - parce que seule la vision longue permet de faire émerger les ruptures, les seuils, les inversions de tendance, de périodiser des cheminements. - parce que l'avenir introduit des degrés de libertés croissants avec l'horizon temporel : à court terme, on peut réagir, à long terme, on peut agir.
Approche Rationnelle	La démarche doit s'appuyer sur le bon sens et la rigueur, en utilisant des outils éprouvés et en privilégiant la lisibilité et la transparence.
Approche d'Appropriation	Seule une démarche participative, impliquant en profondeur les décideurs et leurs conseillers permet de donner la valeur opérationnelle recherchée.
Vision pour l'action	La prospective renvoie à deux préoccupations distinctes : - un souci d'anticipation (on explore le futur afin de déceler les lignes directrices des grandes évolutions en cours, les principales incertitudes, les ruptures potentielles. - une volonté d'action : on ne cherche pas à prédire l'avenir mais à le construire, en agissant sur ce qui est maîtrisable.

La démarche prospective s'appuie sur une multitude de sources : productions scientifiques, productions « grises », avis d'experts notamment. Dans cette étude, de façon très pratique, notre démarche prospective s'appuie, au-delà de la réflexion d'auteurs-experts, sur des rencontres et échanges avec des experts de la *blockchain*, notamment lors d'entretiens et de travaux menés au sein d'une Entreprise de Services Numériques (annexe 1), mais aussi lors de conférences professionnelles de référence (Salon Bpifrance Inno Génération 2018, West Data Festival 2019, VivaTech 2019, Forum de la *blockchain* 2018, 2019, Rencontres Dumont d'Urville 2019, « les « ROIs » de la *blockchain* 2019 ») et de plusieurs Hackathons (Africa *Blockchain* Summit 2018, Hackathon *Blockchain* and Shop 2018). Enfin, elle se base sur la mobilisation de productions académiques et professionnelles sur le sujet. Les éléments discutés dans la suite de cet article sont le fruit de ces rencontres et réflexions. L'ensemble des entretiens, séances de travail et références théoriques a fait l'objet d'un codage selon les principes du modèle d'Eisenhardt (Eisenhardt, 1989). L'analyse menée s'appuie sur les étapes suivantes.

Dans un premier temps les données empiriques (discussions avec des experts de la *blockchain*, participation à des colloques) ont été classées en

utilisant le modèle proposé par Mentzer et al., 2001, Figure 3. A la différence d'une approche à la Gioia et al. (2013), nous sommes donc partis d'un modèle théorique pour organiser nos données et de ce fait notre réflexion prospective. Ce modèle a été retenu car, comme le précisent Estampe et Babai (2016), il peut servir de cadre de référence pour l'ensemble des réflexions à mener sur le SCM et nous semble donc pertinent par rapport à notre objet. Ce modèle représente la finalité du SCM (créer de la valeur pour le client, conquérir un avantage concurrentiel, réduire les coûts, etc.), les différents flux qui circulent entre les acteurs de la chaîne étendue (produits, services, etc.), les fonctions impliquées dans le processus de coordination et de gestion des flux, les conditions d'une coordination inter-fonctionnelle (confiance, engagement, risques, dépendance et fonctionnement) et les frontières des différents systèmes à travers lesquels s'articule la *Supply Chain*.

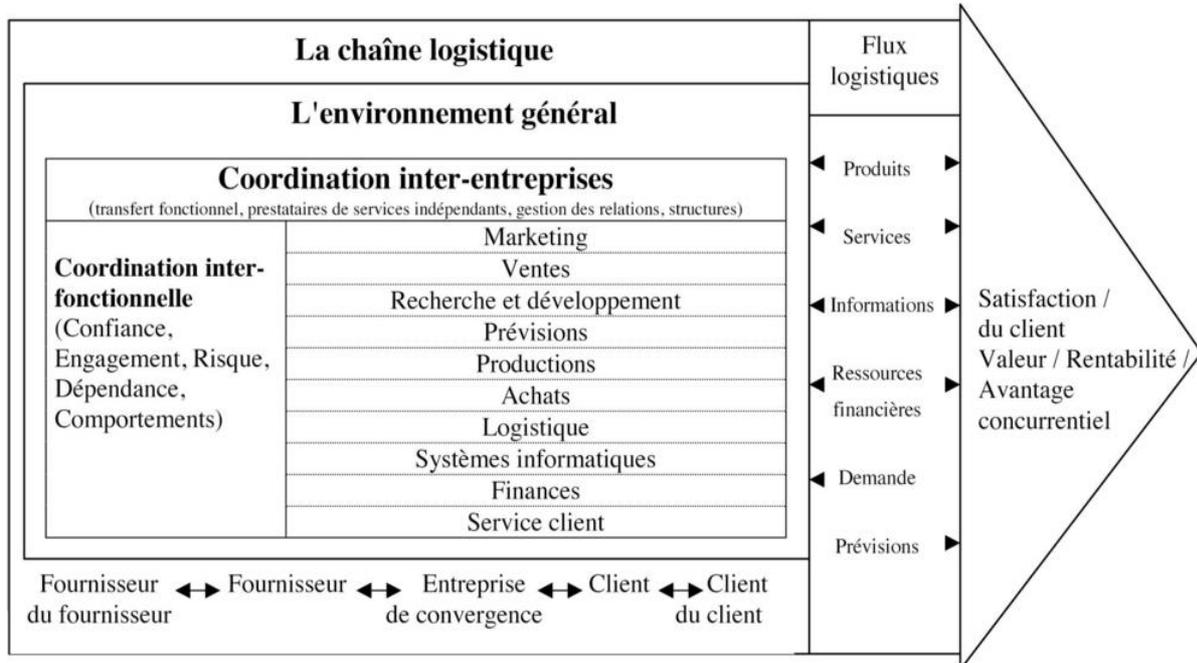


Figure 3 : Définition du SCM selon Mentzer (Mentzer et al., 2001).

Dans un second temps les productions académiques et professionnelles ont été codées. Cette approche a permis de décrire à la fois les processus de création de ces différentes dimensions et les conditions de leur mise en œuvre. Notre approche est donc fondée sur une logique hypothético-déductive basée sur le modèle SCM (Figure 4). La figure 4 se lit donc de gauche à droite en partant du modèle SCM comme

cadre structurant aux littératures scientifiques et grises et au dire des experts. Cette approche méthodologique nous a permis de nourrir six axes de réflexion que nous développons dans les parties suivantes.

Dimensions analytiques sélectionnées du modèle SCM

Sources des éléments analytiques: Exemples d'articles supportant les dimensions analytiques identifiées

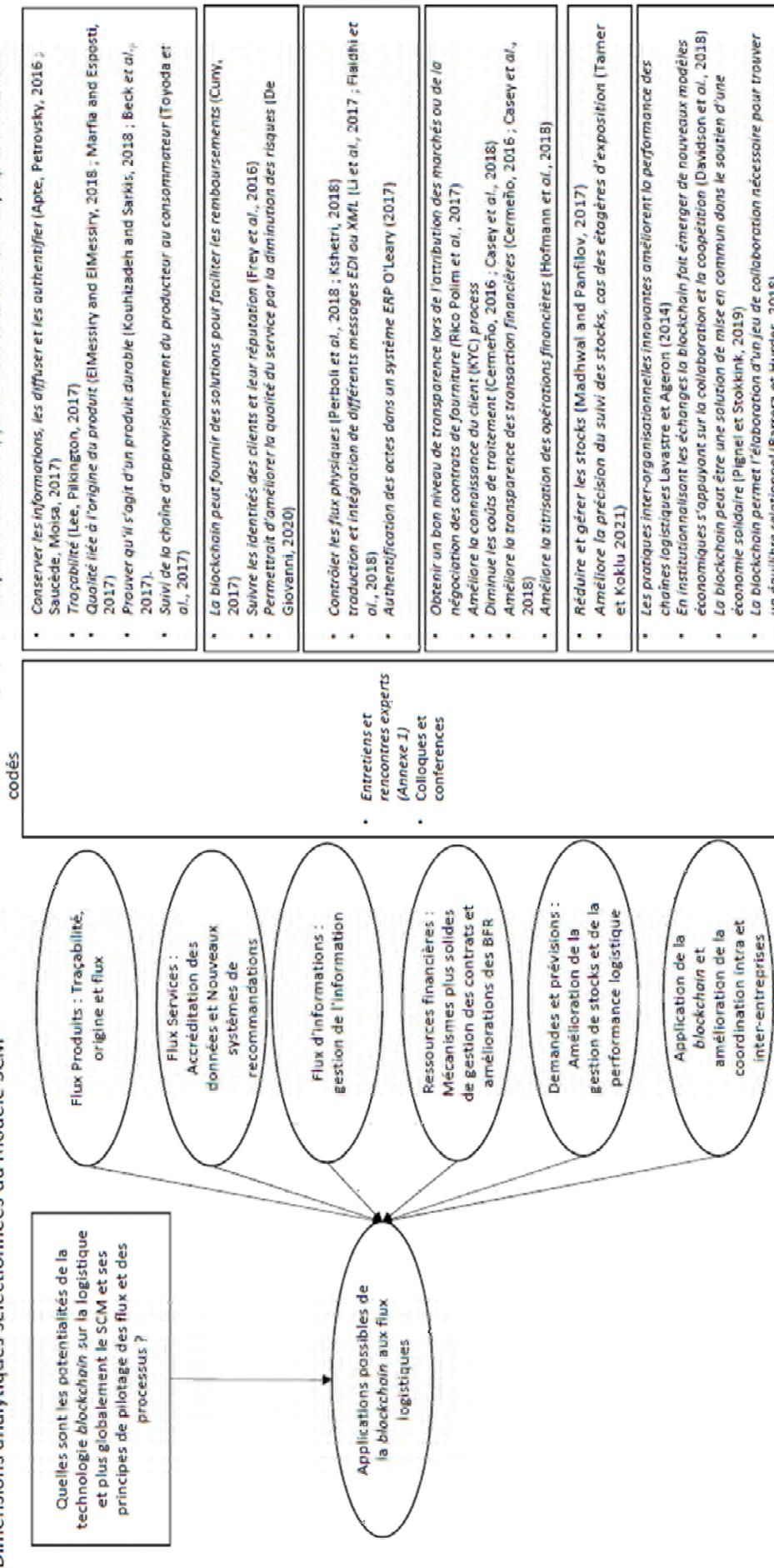


Figure 4 : Représentation schématique de la méthodologie de recherche

4. REFLEXIONS SUR LES USAGES DE LA TECHNOLOGIE *BLOCKCHAIN* LOGISTIQUE POUR LA LOGISTIQUE ET LE SCM

Dans un environnement se caractérisant par des mutations numériques profondes, objets connectés, big data, plateformes, jumeaux numériques, etc. (Korpela et al., 2017 ; Straube & Junge, 2017 ; Porter & Heppelmann, 2018 ; Dumoutier et al., 2022), la *blockchain* laisse entrevoir un potentiel de changements profonds dans le pilotage des chaînes logistiques (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 des acteurs, d'améliorer la traçabilité, voire de diminuer le nombre d'intermédiaires au sein de celle-ci (Hug, 2017 ; Kin et al., 2018b). Se pose donc la question des potentialités d'une telle technologie innovante sur la logistique et plus globalement le SCM et ses principes de pilotage des flux et des processus (Fabbe-costes & Jahre, 2008 ; Kin et al., 2018b).

Dans les sections qui suivent, nous proposons d'analyser les conséquences de la *blockchain* sur les flux logistiques (4.1), pour ensuite étudier son impact sur la coordination entre les acteurs et les pratiques collaboratives (4.2).

4.1 Applications possibles de la *blockchain* aux flux logistiques

Nous discutons dans cette section des applications possibles de la *blockchain* selon les différentes catégories de flux du schéma de la logistique de Mentzer et al. (2001) : Produits, services, Informations, Ressources Financières, Demandes et Prévisions.

4.1.1 Flux Produits : Traçabilité, origine et flux

Le terme de traçabilité fait référence à la fois au traçage et au suivi des produits. Nous en

distinguerons les trois composants clés : le suivi amont des produits, leur suivi aval et les informations sur leur historique associées à leur mouvement dans la chaîne d'approvisionnement (Viruéga, 2005 ; Fabbe-Costes, 2005 ; Bosona & Gebresenbet, 2013 ; Lazzeri & Fabbe-Costes, 2014).

Ces trois types d'informations sont intrinsèquement liées dans une *blockchain*. Ainsi, l'utilisation de la *blockchain* comme support de traçabilité apparaît comme un moyen efficace et sûr de conserver l'information, de la diffuser et de l'authentifier (Apte & Petrovsky, 2016 ; Saucède & Moisa, 2017 ; Galvez et al., 2018).

S'agissant de la traçabilité amont, des applications dans le domaine alimentaire servent à démontrer la provenance d'un produit (Lee & Pilkington, 2017 ; Kamble et al., 2020). Par ailleurs, plusieurs labels qualité s'appuient sur des renseignements fournis par une *blockchain*, pour affirmer la qualité liée à l'origine du produit (Marfia & Esposti, 2017 ; ElMessiry & ElMessiry, 2018), ou prouver qu'il est issu d'une filière « durable » (Beck et al., 2017 ; Kouhizadeh & Sarkis, 2018).

Concernant la traçabilité aval, de nombreux exemples montrent la performance de la *blockchain* pour le traitement des retours des produits, comme l'illustre le cas des mangues Walmart, ou pour assurer la surveillance de la chaîne logistique, du fournisseur au consommateur (Toyoda et al., 2017 ; Alawi et al., 2022). C'est notamment le cas dans le domaine de l'ultra-frais où il s'agit de vérifier la Date Limite de Consommation (DLC) restante d'un produit alimentaire à réception dans les centres de distribution.

Enfin, les algorithmes de hachage contenus dans la *blockchain* pourraient permettre une traçabilité plus fine que celle utilisée jusqu'à présent, sa généralisation pouvant autoriser une couverture intégrale de l'ensemble de la chaîne logistique.

En définitive, la *blockchain* a pour ambition de suivre la traçabilité d'un produit tout au long de la chaîne logistique tout en répondant à une demande de transparence accrue exigée par le consommateur. Des questions mériteraient cependant d'être approfondies dans des recherches futures : la

blockchain pourrait-elle remettre en cause les modes de gouvernance des organisations au sein des *Supply Chain* avec un consommateur mieux informé ?

Comment la *blockchain* pourrait-elle amener une forme de traçabilité nouvelle ?

4.1.2 Flux Services : Accréditation des données et Nouveaux systèmes de recommandations

Si le service au client est fourni par l'ensemble des fonctions de l'entreprise, la logistique est susceptible de proposer un ensemble de services (disponibilité, délais, fiabilité des délais, etc.) permettant de différencier un produit et d'apporter de la valeur à un client consommant de plus en plus de services comme le souligne le développement du e-commerce (Baranger et al., 2007 ; Nguyen & Chanut, 2018). Ainsi, l'information apportée par la logistique joue un rôle fondamental dans la satisfaction du client notamment et plus particulièrement en termes de gestion des stocks, de gestion des garanties et des systèmes de recommandations.

En ce qui concerne la gestion des stocks, nous pensons notamment au système de *Vendor Managed Inventory* (VMI) mis en place entre industriels et fournisseurs pour optimiser leur fonctionnement. Ce système implique notamment un partage d'informations sur les ventes et les quantités restantes en stock. Dans un contexte de *blockchain* privées, ces données peuvent être accréditées par l'ensemble des acteurs d'un consortium et par le processus des *smart* contrats, ce qui nous semble pouvoir permettre un fonctionnement moins coûteux et plus sûr que l'installation d'une chaîne d'ERP. Pour certifier les données d'entrées, ce qui constitue un problème important aujourd'hui, ces *blockchain* privées pourraient être associées à d'autres technologies comme l'Internet des objets dans les systèmes automatisés ou le contrôle de cohérence grâce à l'intelligence artificielle.

S'agissant des garanties, la *blockchain* peut apporter des solutions pour faciliter les remboursements. Cela existe déjà dans le cas de remboursement des

billets d'avion lors de leur retard (Cuny, 2017), mais pourrait se voir généraliser à de nombreuses situations en raison d'un traitement moins coûteux et plus fiable pour les entreprises (Li et al., 2019). Solidement encadrées par des *smart* contrats, ces opérations de remboursement, mais aussi pourquoi pas d'offres promotionnelles, seraient directement créditées sur le compte client et pourraient devenir la norme, facilitant une meilleure relation commerciale.

En ce qui concerne les systèmes de recommandations, Frey et al., 2016, montrent qu'il serait possible de suivre l'identité et la réputation de clients grâce à des données certifiées issues de la *blockchain*, comme c'est le cas de l'application Uziit, logiciel d'avis et de recommandations stockés dans une *blockchain*. Dans ce cadre, nous avons de fortes raisons de penser que les plateformes de notation en tout genre, dans l'hôtellerie et la restauration par exemple, se transformeront de manière à prendre en compte uniquement des évaluations attribuées par la *blockchain* après vérification de la preuve d'une facture (numéro de hash) de l'établissement. Dans la même logique, il serait possible d'utiliser des contrats intelligents pour négocier automatiquement les meilleurs prix en temps réel en tenant compte de la réputation du vendeur (Bahga & Madiseti, 2017).

Il découle de ces développements une interrogation à laquelle devraient s'intéresser les travaux futurs : quels pourraient-être les modèles d'affaire à envisager et quel serait le rôle des SC au sein de ces modèles ?

4.1.3 Flux d'informations : gestion de l'information.

De nos jours, des volumes très importants d'information doivent être récoltés, traités, stockés et communiqués, afin de déclencher, de piloter et contrôler les opérations physiques élémentaires permettant de satisfaire toute demande émise par un client. Par conséquent, les Technologies de l'Information et de la Communication s'arrogent une place majeure dans la maîtrise de ces flux physiques. C'est particulièrement vrai dans le cas de la *blockchain* (Kshetri, 2018 ; Perboli et al., 2018). En effet, les données présentes dans une *blockchain* ne

sont pas uniquement « requêtables », comme celles présentes dans une base de données, mais elles peuvent aussi déclencher des processus via les *smart* contrats (O’Leary, 2017). Cela représente un certain avantage dans le traitement de l’information car, d’une part, on ne s’appuie que sur des données accréditées par le système et que, d’autre part, ces dernières déclenchent automatiquement des opérations par le biais des *smart* contrats (De

paiement ; chaque étape est jalonnée par une authentification des actes dans une *blockchain* grâce au principe des signatures cryptographiques. L’ensemble des données de la *blockchain* représentant une couche sous-jacente à la base de données ERP. Ainsi, ces progiciels de gestion évolueraient, passant d’une base de données centralisée et relationnelle, à une base de données, automatisée et transactionnelle dans une perspective plus large de gestion du big data (Karamchandani et al., 2022). De plus, le paiement automatisé via un *token* (actif numérique émis et échangeable sur une *blockchain*) au sein d’un réseau inter-organisationnel permettrait d’accélérer les paiements de façon sécurisée et contribuerait ainsi à une nette diminution des BFR de l’ensemble des partenaires de la chaîne logistique.

Au final, les questions de recherche suivantes mériteraient selon nous d’être envisagées dans le futur : comment intégrer l’outil *blockchain* au sein des systèmes d’information logistiques pour apporter de la valeur au produit ?

Quels seraient les effets de la technologie *blockchain* sur la normalisation des informations logistiques ?

4.1.4 Ressources financières : Mécanismes plus solides de gestion des contrats et améliorations des BFR

Se pose ici la question de la contribution de la logistique à l’obtention des résultats financiers de l’entreprise. Ainsi, l’identification de processus logistiques à externaliser et leur pilotage par un tiers de confiance, le Prestataire de Services Logistiques (PSL), afin d’atteindre une meilleure efficacité de l’organisation tout en améliorant la satisfaction des clients, nécessite la mise en place de mécanismes contractuels spécifiques, afin d’éviter l’apparition de dysfonctionnements dégradant le service attendu par le client (Rouquet & Vega, 2015). Plus précisément, les relations construites par une entreprise avec les différents acteurs composant sa chaîne logistique se matérialisent par un contrat qui nécessite parfois un engagement des parties dans une relation durable (Mével et al., 2015). C’est

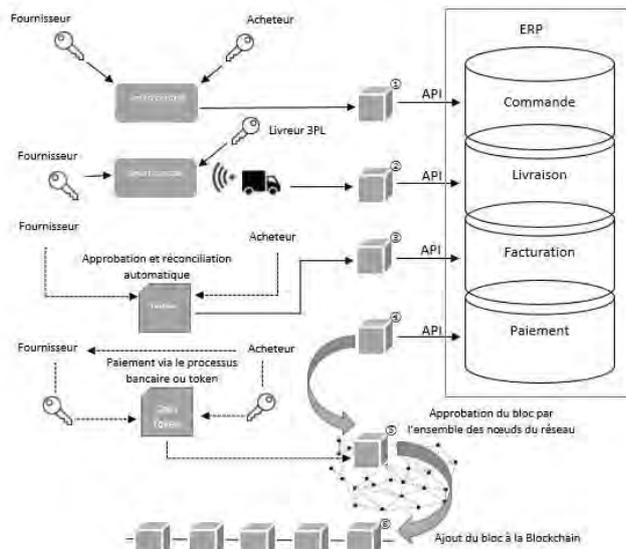


Figure 5 : Adaptation de la blockchain à l’ERP.
Source: Auteurs (d’après une adaptation de Hoffmann et al. 2018)

Giovanni, 2020).

En conséquence, nous pensons que les entreprises devront modifier leurs ERP, de manière à rendre l’ensemble du couplage *blockchain* – ERP fonctionnel et bénéficiaire ainsi d’un certain degré d’automatisation. Comme l’a noté (Mearian, 2017), citant un représentant d’EY, cela semble être un défi moins grand qu’il n’y paraît puisque de nombreuses entreprises utilisent déjà des outils semblables « pour l’EDI, XML ou pour l’analyse d’intégration des données ». Des modèles existent désormais permettant une traduction et une intégration de différents messages EDI ou XML dans une *blockchain* (Li, et al., 2017 ; Fiaidhi et al., 2018). Comme le souligne O’Leary (2017), une alternative à l’adoption de modèles types EDI pour récupérer les données de la *blockchain* consiste à modifier l’ERP. La figure 5 ci-dessous représente l’intégration d’une *blockchain* à travers les différentes couches d’un ERP : commande, bon de livraison, facturation,

particulièrement vrai dans le cas des relations initiées avec le PSL. En effet, le PSL est devenu un acteur incontournable dans l'élaboration, l'organisation et le suivi au quotidien des chaînes logistiques ; un PSL dénommé 4PL par sa capacité à accompagner la stratégie des acteurs de la chaîne logistique, par ses compétences en termes de systèmes d'information et par son expertise à initier et à construire un réseau de sous-traitants logistiques pour une demande spécifique (Fabbe-Costes et al., 2008 ; Wagner & Sutter, 2012 ; Fulconis & Roveillo, 2017). Cependant, la gestion de tels acteurs devenus incontournables est souvent jugée difficile par les clients car, lors de l'établissement du contrat et lors de sa réalisation, les deux protagonistes ne possèdent pas la même information. Dès lors, l'asymétrie d'information occupe un rôle majeur dans la construction de la relation. Une relation susceptible d'être empreinte de méfiance au regard des informations maîtrisées par chacun des deux contractants. (Roveillo et al., 2012; Fulconis & Roveillo, 2017).

Là encore, la *blockchain* nous semble pouvoir apporter des solutions. Ainsi, Rico Polim et al. (2017), montrent qu'il est possible d'obtenir un bon niveau de transparence grâce à la *blockchain*, dans l'attribution des marchés ou dans la négociation des contrats d'approvisionnement. Dans un tel système *"retailers post their service needs and prove their intent to enter into an agreement by showing fund source(s) to procure services from 3PL providers; who then respond to retailers' enquiry (pricing, performance measure, etc.) in a decentralized and transparent manner. Other retailers and 3PL providers are aware that a transaction has been done, promoting rational pricing for the network. We eliminate the broker (administration) fee by hosting such a network. Without having to meet physically, 3PLs have secured orders without the assistance of a 4PL."* (Polim et al., 2017) De ce fait il est légitime de se poser la question de l'avenir des 4PL dans un processus d'adoption très large de la *blockchain* par les 3PL car une telle technologie permet une rencontre facilitée entre les acteurs, qu'ils soient chargeurs, prestataires logistiques ou transporteurs et elle réduit ainsi les questions de

confiance, ou les déplacent vers la technologie support qui est utilisée.

Ensuite, les relations entre la performance opérationnelle de la Supply Chain et les enjeux financiers de celle-ci impliquent des réflexions sur le financement des stocks, des commandes, etc. Ainsi, dans le but de réduire leurs cycles de trésorerie les entreprises ont recours à des produits bancaires pour financer leurs fonds de roulement. Or ces produits sont chers, ils exigent beaucoup de documents administratifs et certaines garanties quant à l'origine des fonds dans le cadre de la lutte contre le blanchiment d'argent. Dans un tel contexte, la *blockchain* améliore la connaissance client (KYC, *Know Your Customer*), diminue le coût de traitement grâce à un certain niveau d'automatisation associé aux algorithmes de consensus, et améliore la transparence des opérations financières (Cermeño, 2016 ; Casey, et al., 2018 ; Fosso Wamba & Guthrie, 2020 ; Ke & Tang, 2022). La titrisation des opérations financières liées à la *Supply Chain* dans le but d'optimiser le Working Capital est un domaine dans lequel l'application de la *blockchain* pourrait avoir de grandes répercussions (Hofmann et al., 2018). A terme la *blockchain* pourrait permettre l'apparition de plateformes de titrisation d'un nouveau genre, plateformes qui faciliteront les paiements et les authentications documentaires.

La question principale à étudier concernant l'impact de la *blockchain* sur les ressources financières serait la suivante : comment la *blockchain* pourrait-elle assurer le lien entre opérations logistiques et opérations financières ?

4.1.5 Demandes et prévisions : Amélioration de la gestion de stocks et de la performance logistique

Le pilotage des chaînes logistiques ne peut s'envisager sans anticipation ; un pilotage dont le défi est d'être capable de satisfaire une demande de plus en plus diversifiée, dans des délais courts et avec des stocks minimums. Réduire les stocks contribue donc souvent à une amélioration des résultats pour l'entreprise (Jones & Womack, 2012 ; Chanegrih & Creusier, 2015).

La *blockchain* nous semble pouvoir être utilisée à cette fin, comme le présentent Madhwal et Panfilov, (2017), dans une démonstration théorique appliquée à la construction d'avions de ligne.

Ces auteurs ont par ailleurs démontré l'efficacité de la *blockchain* dans la gestion des pièces de rechange pour l'aviation. *“ Assembly ledger will keep the record of all the new products generated at each level, which would be integrated with transaction ledger that will show the transacting details among the individual members. This whole network could also work as inventory registry for individual companies along with details of the products, which will show the production details. »* (Madhwal & Panfilov, 2017). Même si leurs travaux ne spécifient pas explicitement le partage des prévisions de réapprovisionnement, il n'y a en fait qu'un pas entre la gestion de stock « partagée » (*Vendor Managed Inventory*) et le partage de prévision de réapprovisionnement.

Ces systèmes reposent actuellement sur l'acquisition de signaux en provenance de nombreux capteurs, et rend l'ensemble assez coûteux. Toutefois, tout cela est à mettre en rapport avec la valeur des marchandises dont on désire connaître le stock (pour cette raison les produits du luxe sont en priorité visés par cette application de la *blockchain*).

Le pilotage des chaînes logistiques, s'appuyant sur les technologies *blockchain*, implique une multitude d'acteurs ; plusieurs questions émergent. Quels sont les effets de la *blockchain* sur l'apprentissage inter organisationnel ? Quelle est la performance d'une *blockchain* au sein de consortium logistiques ?

Comment construire des espaces de confiance dont l'objectif est de partager de l'information ?

En conclusion et sur la base de ces différentes réflexions prospectives, nous proposons la modélisation (cf. figure 6) pour décrire les flux de l'entreprise, selon l'approche proposée par Mentzer et al. (2001).

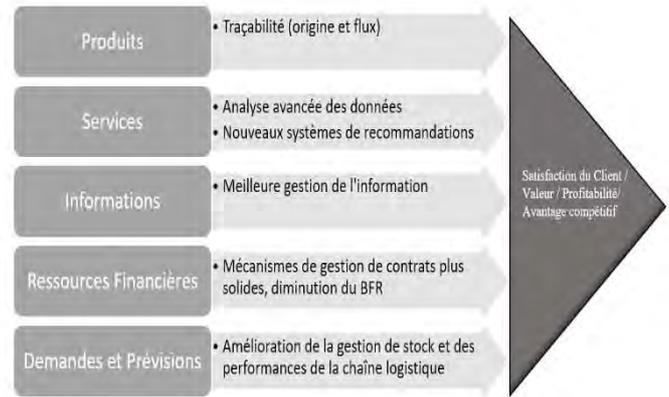


Figure 6: Application de la blockchain aux flux de l'entreprise (adaptation du schéma de Mentzer, Source : Auteurs)

4.2 Application de la *blockchain* et amélioration de la coordination intra et inter-entreprises

Considérons maintenant l'ensemble d'une chaîne logistique et les problématiques inter et intra organisationnelles associées. En effet, le modèle de Mentzer et al. souligne le fait que l'un des principes fondateurs du SCM est que la performance de la chaîne logistique implique une coordination, « *une gestion des interfaces* » de l'ensemble des acteurs impliqués dans le pilotage des flux. Par conséquent, si la gestion de l'ensemble des informations, de leur circulation, de leur stockage et de leur traitement est la clé de la *Supply Chain*, un ensemble de principes doivent être adoptés afin de favoriser la gestion des interfaces (décloisonnement inter-fonctionnel en interne et formes de coopération, mise en réseau en externe) : intégration des comportements, partage mutuel des informations, coopération, etc. La *blockchain* pourrait constituer une source de données permettant de faciliter la mise en pratique des principales méthodes collaboratives inter-entreprises que sont la GPA (Gestion Partagée des Approvisionnements) et le CPF (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment). Suivant Lavastre et Ageron (2007) : « *La flexibilité des outils inter-organisationnels se retrouve également au niveau de leur facilité d'opérationnalisation : une simple extraction d'une base de données de l'entreprise, envoyée par courrier électronique à son partenaire, peut constituer, selon les informations communiquées, de la VMI ou du CPF. La technique*

de doit pas constituer un frein à cet échange d'informations, mais le déclenchement des actions doit provenir d'un choix délibéré des acteurs et les organisations.» La *blockchain* peut devenir un moyen de structuration de ces échanges et constituer un modèle d'entreprise étendue.

La *blockchain* étant un registre distribué, ses données sont le résultat de transactions certifiées entre les acteurs de la même chaîne logistique. La *blockchain* serait de ce point de vue, la solution permettant une collaboration complète et totale entre les acteurs, comme le décrit la figure 7.

Certains systèmes *blockchain* font en sorte, par l'adaptation de l'algorithme, que l'ensemble de la

structure permette que chaque membre de la plateforme ait intérêt à reconduire les contrats initiés.

En rendant impossible la tricherie des participants, on empêche toute tentative opportuniste, au sein d'un espace de confiance relatif, dénommé consortium, dont l'intérêt finalement pourrait être une diminution des prix par la diminution des coûts de transaction. Selon certains auteurs, ce nouveau mode de relation constitue plus qu'un partage de données ; la *blockchain* serait à ce titre une nouvelle technologie institutionnelle (Davidson, De Filippi, & Potts, 2018).

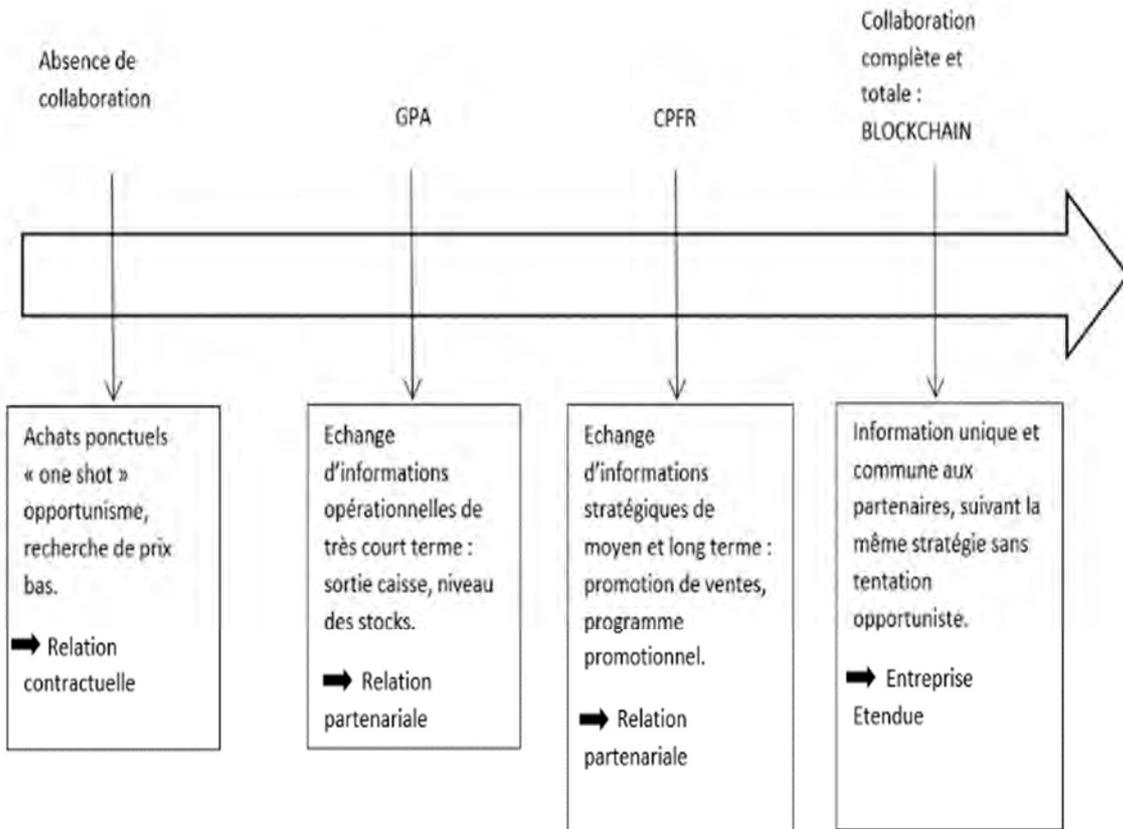


Figure 7 : GPA, CPFR et blockchain différents niveaux d'un même continuum (adaptée de Lavastre et Ageron, 2007)

La *blockchain* constitue ainsi un nouvel espace d'échange au sein duquel les entreprises sont interconnectées, ce que l'on peut représenter par le schéma ci-dessous (cf. figure 8) en adaptant celui de

gestion des stocks et plus généralement l'amélioration de la performance logistique. Finalement, la *blockchain* est un moyen de structuration des échanges qui permet la



Figure 8 : Blockchain 3.0 vers un nouvel espace d'échange. Source: Auteurs

Mentzer et al. (2001).

Ce dernier point concernant les conséquences de la *blockchain* sur la coordination et la collaboration au sein des chaînes logistiques devrait inciter la recherche à apporter des réponses aux questions suivantes : quels sont les modes de gouvernance à envisager dans un environnement *blockchain* ? Comment faire émerger une typologie des *blockchain* permettant d'éclairer les enjeux de gouvernance au sein des chaînes logistiques ?

5. CONCLUSION ET OUVERTURE

La réflexion prospective entamée ici nous permet de mettre en exergue plusieurs apports de la *blockchain* à la fonction logistique et au SCM tant au niveau des processus intra-organisationnels, qu'au niveau des processus inter-organisationnels. La *blockchain* peut impacter les « flux produits » notamment par l'apport d'une traçabilité plus fine permise par les algorithmes de hachage. Elle peut également impacter les « flux services » en permettant une accréditation des données qui, à terme, donnera naissance à de nouveaux systèmes de recommandation. Les « flux d'informations » peuvent également être impactés par l'arrivée de la *blockchain*. En effet l'automatisation apportée par les *smart* contrats confère aux données des propriétés dynamiques, dans la mesure où elles sont devenues capables de déclencher des processus. De plus, les mécanismes de gestion des contrats à travers la *blockchain* sont plus solides, il est en effet plus facile d'obtenir un bon niveau de transparence grâce à la *blockchain* dans l'attribution des marchés ou dans la négociation des contrats d'approvisionnement. De façon plus évidente, la *blockchain* doit permettre l'amélioration de la

constitution d'entreprise étendue. La *blockchain*, de ce point de vue, nécessite et encourage une collaboration complète et totale entre les acteurs. Cette réflexion prospective nous amène à repenser le schéma de Mentzer et al. (cf. figure 9), à l'aune d'un développement important de cette technologie.

Ainsi, à l'égard de ce que fut Internet pour la fin du XXème siècle, la *blockchain* semble caractériser une innovation majeure du 21ème Siècle. Le recours aux *smart* contrats et aux algorithmes de consensus constitue une innovation technologique. Une fois ce premier modèle (Blockchain 2.0) adopté par les industriels, certaines entreprises (Carrefour, Nestlé, Airbus) se tournent alors vers une autre approche plus à même d'apporter un gain (diminution des coûts de transaction, amélioration de la gestion des ressources) dans un climat relatif de confiance (Brookbanks & Parry, 2022).

Ce deuxième niveau de *blockchain* (*blockchain* 3.0) pratiquée au sein des *blockchain* de consortium et des systèmes inter-organisationnels peut, quant à elle, être assimilée à une innovation de rupture de marché. Ces nouveaux modèles déplaceraient le modèle de gouvernance classique vers un modèle plus équilibré voire plus coopératif. Si l'on se réfère à Christensen, un nouveau modèle d'affaires provoque l'intrusion de nouveaux acteurs (Jouini & Silberzahn, 2016). En ce sens, les nouvelles plateformes *blockchain* seraient ces nouvelles places de marché, introduisant également de nouveaux critères de performance. Notamment sur le plan économique certains auteurs démontrent, que les *blockchain* constituent de nouvelles technologies institutionnelles (Davidson et al., 2018), et amènent une diminution des coûts de transaction. Toutefois, comme le montre

Treiblmaier (2018), à ce jour en SCM, les recherches académiques sur ce sujet en sont à leurs débuts. Le développement d'études empiriques en ce sens apparaît maintenant nécessaire. Il y aurait là une perspective de recherche intéressante, en plus de celles mises en évidence pour chacun des flux : l'interopérabilité des *blockchain* en vue d'une traçabilité complète, les questions de pouvoir engendrées par l'interconnexion des flux de

services, la gestion des frontières de l'entreprise, l'utilisation de *token* comme moyen de paiement des opérations logistiques, l'essor des méthodes de gestion collaboratives avec le développement des *blockchain*.

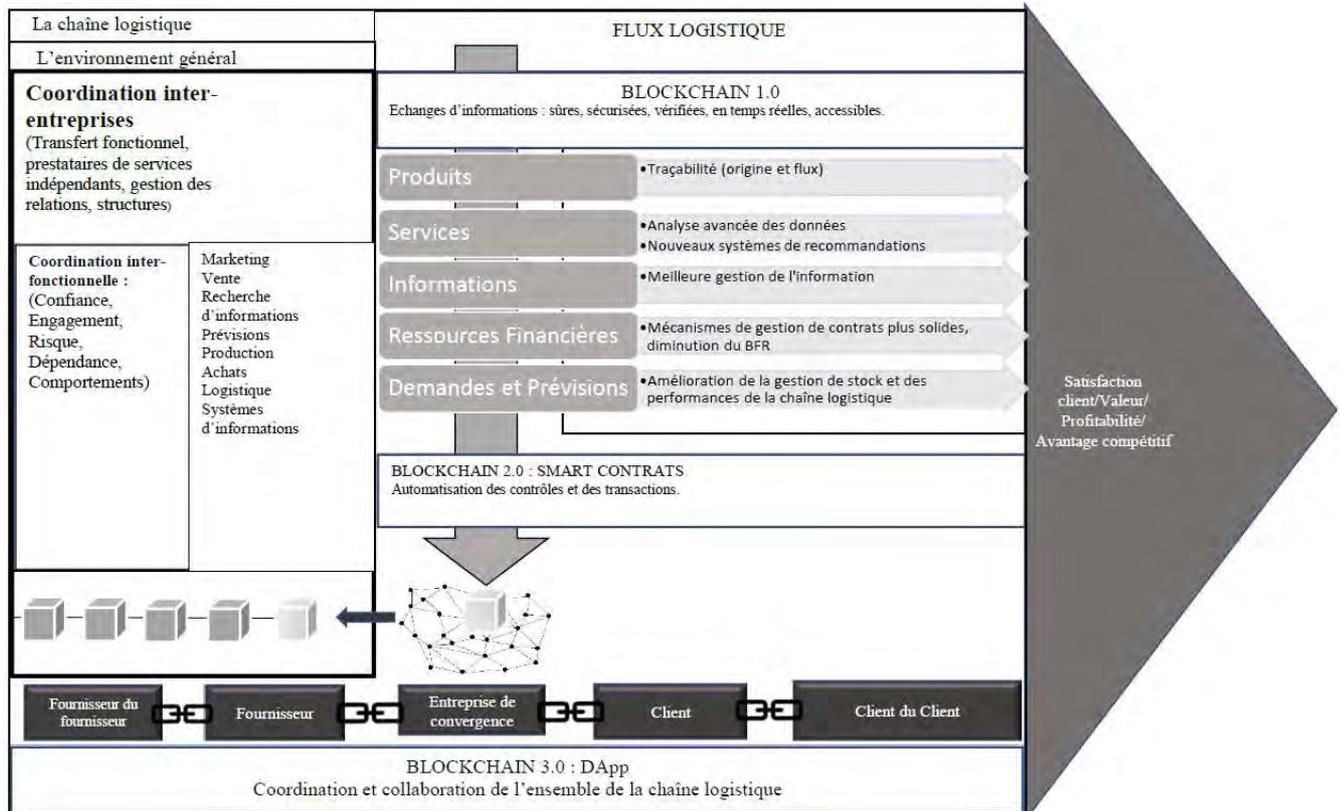


Figure 9 : adaptation de la Blockchain au modèle de Mentzer et al (2001), source : Auteurs.

6. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Talan, en particulier le Centre de Recherche et d'Innovation de Talan, et l'équipe *Blockchain* Talan Lille.

7. REFERENCES

Abeyratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016). Abeyratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016). *Blockchain ready manufacturing Supply Chain using distributed ledger*. International Journal of Research in Engineering and Technology, 05(09), 1-10. <https://doi.org/10.15623/ijret.2016.0509001>

Ahmed, M., Taconet, C., & Ould, M. (2019, 10 1). La traçabilité dans les chaînes logistiques en utilisant l'IoT et la *Blockchain*. Evolution des SI : vers des SI Pervasifs ? (pp. 1-10). Paris: UNiversité paris 1 Panthéon-Sorbonne. Récupéré sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02152725>

Alawi, B., Al Mubarak Muneer, M. S., & Hamdan, A. (2022). *Blockchain evaluation framework for Supply Chain Management: a decision-making approach*. *Supply Chain Forum: An International Journal*. <https://doi.org/10.1080/16258312.2021.1996862>

Apte, S., & Petrovsky, N. (2016). Will *blockchain* technology revolutionize expicent *Supply Chain* Management ?

Bahga, A., & Madisetti, J. (2017). *Blockchain applications: a hands-on approach*. VPT.

- Baran, P. (2011). Pionnier des réseaux distribués. *Hermès, La Revue*, 221-225.
- Baranger, P., Nguyen, G. D., Leray, Y., & Mevel, O. (2016). *Le management opérationnel des services*. Paris: Economica.
- Barrera, C., & Hurder, S. (2018). *Blockchain Upgrade as a Coordination Game*. Rochester, NY: SSRN Scholarly paper. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3192208>
- Bayraktar, E., Demirbag, M., Koh, S. C., Tatoglu, E., & Zaim, H. (2009, November 1). A causal analysis of the impact of information systems and *Supply Chain Management* practices on operational performance: Evidence from manufacturing SMEs in Turkey. *International Journal of Production economics*, pp. 133-149. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.05.011>
- Beck, R., Avital, M., Rossi, M., & Thatcher, J. B. (2017). *Blockchain Technology in Business and Information Systems Research*. *Business & Information Systems Engineering*, 59(6), 381-384. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0505-1>
- Belsky, J. (1992). (1992). The research findings on gender issues in aging men and women. In (Ed.), (pp. 163–171). Springer Publishing Co. Dans B. R. Wainrib, *Gender issues across the life cycle* (p. 163). 171: Springer Publishing Co.
- Benhayoun, L., & Saikouk, T. (2022). Untangling the critical success factors for *blockchain* adoption in *Supply Chain*: a social network analysis. *Revue Française de Gestion Industrielle*. <https://doi.org/10.53102/2022.36.01.915>
- Bentalha, B., Hmioui, A., & Alla, L. (2020). The performance of service companies: A theoretical framework for an evolving concept, La performance des entreprises de services: Un cadrage théorique d'un concept évolutif]. In Post-Print (hal-02470306 ; Post-Print). HAL.
- Bootz, J.-P. (-2. (2005). La prospective, un outil de création de connaissances: Perspective cognitive et observation participante. *Revue Finance Contrôle Stratégie*, 8(3), 5-27.
- Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2013). Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural *Supply Chain*. *Food Control*, 33(1), 32-48. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.004>
- Bowersox, D. J., & Daugherty, P. J. (1995). Logistics paradigms: The impact of information technology. *Journal of Business logistics*, 16(1), 65.
- Boyer, L., & Scouarnec, A. (2002). La prospective métier: Définition, concept et méthodologie. *Cahier de recherche DMSP*.
- Boyer, L., & Scouarnec, A. (2005). *L'observatoire des métiers: Concepts et pratiques*. Éditions EMS.
- Brookbanks, M., & Parry, G. (2022, 01 01). The impact of a *blockchain* platform on trust in established relationships: a case study of wine *Supply Chains*. *Supply Chain Management: An International Journal*, ahead of print(ahead of print). <https://doi.org/10.1108/SCM-05-2021-0227>
- Caginalp, C., & Caginalp, G. (2018, 02 06). Opinion: Valuation, liquidity price, and stability of cryptocurrencies. *Proceedings of the National Academy of sciences*, 115(6), pp. 1131-1134.
- Casey, M., & Wong, P. (2017). Global supply chains are about to get better, thanks to *blockchain*. *Harvard business review*, 13.
- Casey, M., Crane, J., Gensler, G., Johnson, S., & Narula, N. (2018). *The impact of blockchain technology on finance: A catalyst for change*. Geneva: ICMB International Center for Monetary and Banking Studies.
- Cermeño, J. S. (2016). *Blockchain* in financial services: Regulatory landscape and future challenges for its commercial application. *BBVA Research Paper*, 20.
- Chanegrih, T., & Creusier, J. (2015). Le lean manufacturing dans l'industrie française: états des lieux et implications pratiques. *Revue Française de Gestion Industrielle*, pp. 59-71. <https://doi.org/10.53102/2015.34.04.831>
- Christensen, C. (2016). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press.
- Crainer, S., & Dearlove, D. (2003). Windfall economics. *Business Strategy Review*, 14(4), 68-72. <https://doi.org/10.1111/j.2003.00288.x>
- Cuny, D. (2017, 09 14). *Retard d'avion: Axa lance une assurance automatique sur la Blockchain*. Récupéré sur La Tribune.: <https://www.latribune.fr/entreprises-finance/banques-finance/retard-d-avion-axa-lance-une-assurance-automatique-sur-la-blockchain-750202.htm>
- Davidson, S., De Filippi, P., & Potts, J. (2018, August). *Blockchains* and the economic institutions of capitalism. *Journal of Institutional Economics*, 14(4), 639-658. <https://doi.org/10.1017/S1744137417000200>
- De Giovanni, P. (2020). *Blockchain* and smart contracts in *Supply Chain Management*: A game theoretic model. *International Journal of Production Economics*, 228. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107855>
- Della Chiesa, M., Hiault, F., Téqui, C., Bouzou, N., & Gress, T. (2018). *Blockchain: Vers de nouvelles chaînes de valeur*. Neuilly-sur-Seine: 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. (M. & Avenir, Éd.) 103(5). <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, Éd.) ACCRA, 5(2), pp. 5-23.
- Desplebin, O., Lux, G., & Petit, N. (2021). To Be or Not to Be : Blockchain and the Future of Accounting and Auditing*. *Accounting Perspectives*, 20(4), 743-769. <https://doi.org/10.1111/1911-3838.12265>
- Dickson, B. (2016). *Blockchain* has the potential to revolutionize the *Supply Chain*. *Aol Tech*. *Aol Tech*.
- Dornier, P.-P., & Fender, M. (2007). *La logistique globale : Enjeux, principes, exemples*. . Ed. d'Organisation.
- Duan, J., Zhang, C., Gong, Y., Brown, S., & Li, Z. (2020, 1). A Content-Analysis Based Literature Review in *Blockchain* Adoption within Food Supply Chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph17051784>
- Duan, J., Zhang, C., Gong, Y., Brown, S., & Li, Z. (2020, 1). A Content-Analysis Based Literature Review in *Blockchain* Adoption within Food Supply Chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), p. 1784. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051784>
- Dumas, J.-G. (2018). *Les blockchains en 50 questions : Comprendre le fonctionnement et les enjeux de cette technologie innovante*. Dunod.
- Dumoutier, A.-L., Lions, J., & Burlat, P. (2022). Les apports du Jumeau Numérique pour le pilotage en flux tiré Conwip. *Revue Française de Gestion Industrielle*, <https://doi.org/10.53102/2022.36.01.929>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management review*, 14(4), pp. 532-550.
- ElMessiry, M., & ElMessiry, A. (2018). *Blockchain* Framework for Textile Supply Chain Management. Dans S. Chen, H. Wang, & L. Zhang (Éd.), *Blockchain - ICBC 2018* (pp. 213-227). Springer International Publishing.
- Estampe, D., & Babai, M. (2016). VIII. John T. Mentzer. Une vision systémique et stratégique du Supply Chain Management. Dans *Les Grands Auteurs en Logistique et Supply Chain Management* (pp. 124-139). Caen: EMS Editions.
- Estampe, D., & Babai, M. Z. (2016). VIII. John T. Mentzer. Une vision systémique et stratégique du Supply Chain Management. In *Les Grands Auteurs en Logistique et Supply Chain Management* (p. 124-139). EMS Editions; Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/ems>. Dans *Les Grands Auteurs en Logistique et Supply Chain Management*. EMS Editions. Récupéré sur <https://doi.org/10.3917/ems.lavas.2016.01.0124>
- Fabbe-Costes, N. (-1.-1. (2005, 05 01). La gestion dynamique des *Supply Chains* des entreprises virtuelles. *Revue française de gestion*, 31(156), pp. 151-166. <https://doi.org/10.3166/rfg.156.151-166>
- Fabbe-costes, N., & Jahre, M. (2008). Supply chain integration and performance : A review of the evidence. *The International Journal of Logistics Management*, 19(2), 130-154. <https://doi.org/10.1108/09574090810895933>
- Fabbe-Costes, N., & Lemaire, C. (2001). La traçabilité totale d'une *Supply Chain* : Principes, obstacles et perspectives de mise en oeuvre. *Revue française de gestion industrielle*, 20(3), 23-52, <https://doi.org/10.53102/2001.20.03.353>
- Fabbe-Costes, N., Jahre, M., & Roussat, C. (2008). Towards a Typology of the Roles of Logistics Service Providers as 'Supply Chain Integrators'. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 9(2), 28-43. <https://doi.org/10.1080/16258312.2008.11517197>
- Faidhi, J., Mohammed, S., & Mohammed, S. (2018). EDI with *Blockchain* as an Enabler for Extreme Automation. *IT Professional*, 20(4), 66-72. <https://doi.org/10.1109/MITP.2018.043141671>
- Fosso Wamba, S., & Guthrie, C. (2020, January 2). The impact of *blockchain* adoption on competitive performance: The mediating role of process and relational innovation. . *Logistique & Management*, 28(1), 88-96. <https://doi.org/10.1080/12507970.2019.1679046>
- Frey, R., Wörner, D., & Ilic, A. (2016). Collaborative Filtering on the *Blockchain* : A Secure Recommender System for e-Commerce. *Conference: Twenty-second Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*. At: San Diego, CA, USA.
- Fulconis, F., & Roveillo, G. (2017). L'intermédiation logistique dans le pilotage des chaînes multi-acteurs : Proposition d'une grille d'analyse. *Management Avenir*, 98(8), pp. 163-189. <https://doi.org/10.3917/mav.098.0163>
- Fulconis, F., Paché, G., & Duong, H. T. (2017). « 'Ne met pas de l'huile qui veut' : Retour aux origines du métier de prestataire de services logistiques », Chapitre 27,. . Dans G. P. par), *Collection "Droits, pouvoirs et sociétés"*. [Ouvrage labellisé FNEGE en 2018 par le « Collège de Labellisation des Ouvrages de Management – Catégorie Ouvrage de Recherche Collectif »].
- Galvez, J. F., Mejuto, J. C., & Simal-Gandara, J. (2018, October 1). Future challenges on the use of *blockchain* for food traceability analysis. *TrAC Trends in Analytical*

Chemistry, 107, pp. 222-232.
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.011>

Gatti, R., Lewis, S., Ozment, A., Rayna, T., & Serjantov, A. (2004). Sufficiently Secure Peer-to-Peer Networks. *Workshop on the Economics of Information Security*. Citeseer.

Gioia, D., Corley, K., & Hamilton, A. (2013, 01). Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research: Notes on the Gioia Methodology. *Organizational Research Methods*, 16(1), pp. 15-31.
<https://doi.org/10.1177/1094428112452151>

Guégan, D. (2017, Décembre). *Blockchain Publique Et Contrats Intelligents Ethereum: Possibilités Et Limites*. *Revue Banque/Banque Magazine*(814), pp. 60-63.

Hatem, F., & Prével, B. (1995). Pour une prospective participative. *Ronéo, BIPE-Conseil*.

Hofmann, E., Strewé, U. M., & Bosia, N. (2018). *Supply chain finance and blockchain technology: The case of reverse securitisation*. Cham: Springer.

Hug, M. (-R.-1. (2017, Août). Hug, M. (2017). Un nouvel outil numérique pour la fiabilisation des *Supply Chains*: La *blockchain*. *Annales des Mines - Realités industrielles*(3), pp. 106-108.

Imeri, A. (2021). Utilisation de la technologie *blockchain* pour l'amélioration de la confiance dans les processus de logistique et de transport. [Thèse de doctorat, université Paris-Saclay]. Récupéré sur <https://www.theses.fr/2021UPASG036>

Jones, D., & Womack, J. (2012). *Système Lean : Penser l'entreprise au plus juste*. Pearson.

Jouini, S. B., & Silberzahn, P. (2016). XIV. Clayton M. Christensen. *Les innovations de rupture : Défis et principes de management*. EMS Editions.

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2020). Modeling the *blockchain* enabled traceability in agriculture *Supply Chain*. *International Journal of Information Management*, 52, p. 101967.

Karamchandani, A., Srivastava, S., & Abha. (2022). Integrative Applications of *Blockchain* and Contemporary Technologies from a Big Data Perspective. Dans A. Emrouznejad, & V. Charles, *Big Data and Blockchain for Service Operations Management* (pp. 239-252). Cham: Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-87304-2_9

Ke, J., & Tang, Z. (2022). Innovation of Supply Chain Finance Model Based on *Blockchain* Technology. Dans H. Linag, & J. Ye (Éd.), *International Conference on Cognitive based Information Processing and Applications (CIPA 2021)* (pp. 680-686). Singapore: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-16-5854-9_87

Kin, V., Jan, F., Senkel, M.-P., & Bonnaud, S. (2018)a. Research in Logistics and Supply Chain Management in an Era of Digital Technology: a Forecasting Study. *Post-Print*. Récupéré sur <https://econpapers.repec.org/paper/haljournal/hal-01936231.htm>

Kin, V., Jan, F., Bonnaud, S., & Senkel, M.-P. (2018)b. Redistribuer les cartes grâce à la digitalisation ? Cas de la *Blockchain* dans une démarche de *Supply Chain Management*, ou comment (re)penser la collaboration, la confiance et le pouvoir. hal-01936448, HAL. Récupéré sur <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-01936448.html>

Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017). Digital *Supply Chain* transformation toward *blockchain* integration. *proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*.

Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018, 10). *Blockchain* Practices, Potentials, and Perspectives in Greening Supply Chains. *Sustainability*, 3652.
<https://doi.org/10.3390/su10103652>

Kshetri, N. (2018). 1 *Blockchain's* roles in meeting key *Supply Chain Management* objectives. *International Journal of Information Management*, 80-89.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>

Lavastre, O., & Ageron, B. (2007). La théorie de la structuration appliquée aux SI inter et intra-organisationnels - SI/organisation : Distinction ou intégration ? HAL. Récupéré sur <https://econpapers.repec.org/paper/haljournal/halshs-00192963.htm>

Lazzeri, J., & Fabbe-Costes, N. (2014, 03 01). La traçabilité totale des *Supply Chains* : concept et modèle théorique de mise en œuvre. *Revue Française de Gestion Industrielle*, 33(1), pp. 55-79.
<https://doi.org/10.53102/2014.33.01.718>

Lee, J., & Pilkington, M. (2017, July). How the *Blockchain* Revolution Will Reshape the Consumer Electronics Industry [Future Directions]. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 6(3), pp. 19-23.
<https://doi.org/10.1109/MCE.2017.2684916>

Lewis, R., McPartland, J. W., & Ranjan, R. (2017). *Blockchain* and Financial Market Innovation. *Economic Perspectives*, 41(7), pp. 1-17.

Li, M., Shen, L., & Huang, G. Q. (2019, September 1). *Blockchain-enabled workflow operating system for logistics resources sharing in E-commerce logistics real estate service*. *Computers & Industrial Engineering*, 135, pp. 950-969. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.003>

Li, Z., Wu, H., King, B., Miled, Z. B., Wassick, J., & Tazelaar, J. (2017). *On the Integration of Event-Based and Transaction-Based Architectures for Supply Chains*. *IEEE 37th International Conference on Distributed Computing*

Systems Workshops (ICDCSW), (pp. 376-382).
<https://doi.org/10.1109/ICDCSW.2017.51>

Madhwal, Y., & Panfilov, P. (2017). *Blockchain And Supply Chain Management: Aircrafts' Parts' Business Case*. Dans B. Katalinic, *DAAAM Proceedings* (pp. 1051-1056). DAAAM International Vienna.
<https://doi.org/10.2507/28th.daaam.proceedings.146>

Marcus Wallenburg, C., & Lukassen, P. (2011, 04 05). Proactive improvement of logistics service providers as driver of customer loyalty. *European Journal of Marketing*, 45(3), pp. 438-454.
<https://doi.org/10.1108/03090561111107267>

Marfia, G., & Esposti, P. D. (2017). *Blockchain and Sensor-Based Reputation Enforcement for the Support of the Reshoring of Business Activities*. In A. Vecchi (Éd.), *Reshoring of Manufacturing : Drivers, Opportunities, and Challenges* (pp. 125-139). Cham: Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-58883-4_6

Mearian, L. (2017). *Blockchain integration turns ERP into a collaboration platform*. Retrieved Febr, 2018.

Meichtry, D., Berretta, D., & Colchester, M. (2009, April 8). Italy quake rescue extends to artwork. (E. Edition, Éd.) *Wall Street Journal*, 253(81), pp. 7-8.

Mentzer, J., DeWitt, W., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, C., & Z.G., Z. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), pp. 1-25.
<https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>

Mérindol, V., Rouby, É., Versailles, D. W., & Thomas, C. (2009). Une méthodologie de prospective métiers fondée sur les compétences collectives : L'exemple du métier de pilote de chasse. *Management & Avenir*, 25(5), 315-334.
<https://doi.org/10.3917/mav.025.0315>

Mevel, O., Morvan, T., & Morvan, N. (2015, 12 01). Stratégie des PSL et transformation de la valeur ajoutée client : une analyse par le triangle stratégique des services. *Revue Française de Gestion Industrielle*, 34(4), pp. 39-58.
<https://doi.org/10.53102/2015.34.04.844>

Nguyen, L., & Chanut, O. (2018). Measure service quality in e-commerce context : A review of measurement scale and perspectives. *Association Française du Marketing.12ème Rencontres Internationales en Logistique*. Strasbourg. Récupéré sur
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01812214>

O'Leary, D. E. (2017). Configuring *blockchain* architectures for transaction information in *blockchain* consortiums: The case of accounting and *Supply Chain* systems. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 24(4), pp. 138-147.
<https://doi.org/10.1002/isaf.1417>

O'Marah, K. (2017, March 9). *Blockchain for Supply Chain* : Enormous potential down the road. *Forbes*. Récupéré sur <https://www.forbes.com/sites/kevinomarah/2017/03/09/blockchain-for-supply-chain-enormouspotential-down-the-road>

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.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2875782>

Pietrewicz, L. (2019, 10 31). *Blockchain* : A Coordination Mechanism. *ENTRENOVA - ENTerprise REsearch InNOVAtion*, 5(1), pp. 105-111.
<https://hrcak.srce.hr/clanak/365031>

Polim, R., Hu, Q., & Kumara, S. (2017). *Blockchain in Megacity Logistics - ProQuest*. *Industrial and Systems Engineering Conference*. Pennsylvania State University. Récupéré sur
<https://search.proquest.com/openview/c92caaea0cb7ae6fe7881dac9c8c8a72/1?pq-origsite=gscholar&cbl=51908>

Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2018). How *Smart, Connected Products* Are Transforming Competition. *Harvard business review*, 92(11), p. 23.

Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2019, 01 01). Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2019). *Blockchain and Supply Chain Management integration* : A systematic review of the literature. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(2), pp. 241-254.
<https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143>

Roubini, N. (2018, 02 06). *There are still massive obstacles standing in its way, even if it has more potential than cryptocurrencies*. Récupéré sur Livemint:
<https://www.livemint.com/Opinion/ZBiTIEKGQKGoRqsFKPybO/Blockchains-broken-promises.html>

Rouquet, A., & Vega, D. (2015, 09 01). De l'intégration de la logistique dans l'organisation aux organisations orientées logistiques. *Revue Française de Gestion Industrielle*, pp. 39-53.
<https://doi.org/10.53102/2015.34.03.834>

Roveillo, G., Fulconis, F., & Paché, G. (2012, 01). Vers une dilution des frontières de l'organisation : Le prestataire de services logistiques (PSL) comme pilote aux interfaces. *Logistique & Management*, 20(2), pp. 7-20.
<https://doi.org/10.1080/12507970.2012.1151>

Saucède, F., & Moisa, U. (2017). Les *blockchains* et l'idéal de la traçabilité totale dans la chaîne logistique au prisme des théories du canal de distribution. Dans *Images de la Logistique Eclairages managériaux et sociétaux* (pp. 49-55). Droits, pouvoirs et sociétés.

Scouarnec, A. (2008). Plaidoyer pour un « renouveau » de la prospective. *Management Avenir*, n° 19(5), pp. 171-186.

Sklaroff, J. (2017). Smart Contracts and the Cost of Inflexibility. *University of Pennsylvania Law Review*, 166, p. 263.

Straube, F., & Junge, A. L. (2017). Trends and stratégies in logistics : The perspectives of digitalization. Dans P. G, *Images de la logistique, Eclairages managériaux et sociétaux* (pp. 63-68). Presses Universitaires d'Aix Marseille.

Tapscott, A., & Tapscott, D. (2017, March 01). How Blockchain Is Changing Finance. *Harvard Business Review*, 1(9), pp. 2-5.

The trust machine. (2015, October 31). *The Economist*. Récupéré sur <https://www.economist.com/leaders/2015/10/31/the-trust-machine>

Toyoda, K., Mathiopoulos, P. T., Sasase, I., & Ohtsuki, T. (2017). A Novel Blockchain-Based Product Ownership Management System (POMS) for Anti-Counterfeits in the Post Supply Chain. *IEEE Access*, 5, pp. 17465-17477. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2720760>

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 : An International Journal*, 23(6), pp. 545-559. <https://doi.org/10.1108/SCM-01-2018-0029>

Viruéga, J.-L. (2005). *Traçabilité : Outils, méthodes et pratiques*. Éditions d'Organisation.

Wagner, S. M., & Sutter, R. (2012, 12 1). A qualitative investigation of innovation between third-party logistics providers and customers. *International Journal of Production Economics*, 140(2), pp. 944-958. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.07.018>

Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2019, 01 14). Understanding blockchain technology for future Supply Chains : A systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-014>

Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2018). *Blockchain technology overview*. NIST IR 8202, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>

8. BIOGRAPHIES



Mathieu LESUEUR, est doctorant CIFRE au Centre de Recherche en Economie et Management de l'Université Rennes 1, également consultant pour le déploiement des *blockchains* en entreprises au sein du groupe Talan. Sa thèse s'intitule : Coordination, collaboration, confiance et performance : l'impact de la *blockchain* sur le *Supply Chain Management*. Thèse effectuée sous la direction de Laurent BIRONNEAU et Thierry MORVAN.



Laurent BIRONNEAU, Professeur des Universités en Sciences de Gestion, vice-président de l'Université de Rennes 1.

Ses recherches et ses enseignements portent essentiellement sur la gestion des systèmes de production et l'optimisation de la chaîne logistique globale. Ses travaux les plus récents portent sur l'analyse des conditions et des conséquences managériales et humaines de l'insertion des outils de gestion de la *Supply Chain* en milieu industriel.



Gulliver LUX est professeur en *management* à l'École des Sciences de la Gestion de l'Université du Québec à Montréal (ESG-UQAM). Ses travaux de recherche traitent principalement des dimensions psychosociologiques des outils de mesure de la performance (appropriation, usages, émotions et risques psychosociaux liés aux outils) ainsi que des enjeux de la *blockchain* en comptabilité – contrôle et audit. Il a notamment publié dans les revues *Accounting Auditing & Accountability Journal*, *Comptabilité – Contrôle – Audit*, *Finance Contrôle Stratégie*, *Public Organization Review* et *International Journal of Work Organization and Emotion*.



Thierry MORVAN, Maître de conférences - HDR en Sciences de Gestion à l'Université de Rennes1, est l'auteur d'articles dans le domaine de la logistique. Ses travaux concernent plus spécifiquement les Prestataires de Services logistiques au sein des chaînes logistiques multi-acteurs et les évolutions, les enjeux et les perspectives de la digitalisation pour les GSA.

¹ **Mathieu LESUEUR**, Univ Rennes, CNRS, CREM – UMR 6211, Rennes, France – Talan , mathieu.lesueur@univ-rennes1.fr

 ID : <https://orcid.org/0000-0001-5828-4198>

² **Laurent BIRONNEAU**, Univ Rennes, CNRS, CREM – UMR 6211, Rennes, France, laurent.bironneau@univ-rennes1.fr

 ID : <https://orcid.org/0000-0003-4804-8102>

³ **Gulliver LUX**, Université du Québec à Montréal, lux.gulliver@uqam.ca

 ID : <https://orcid.org/0000-0002-9933-8807>

⁴ **Thierry MORVAN**, Univ Rennes, CNRS, CREM – UMR 6211, Rennes, France, thierry.morvan@univ-rennes1.fr

9. ANNEXE

		Personne rencontrée	Projet	Fonction	Durée de l'entretien	Sujet de l'entretien	
Entretien 1	Entretien 1	Resp Société Aviation	Projet SA	Responsable innovation et SI Société Aviation	1h00	Apport de la blockchain/	13/08/2019
Entretien 2	Entretien 2	Resp Société Aviation	Projet SA	Responsable innovation et SI Société Aviation	1h00	Apport de la blockchain	14/08/2019
Entretien 3	Entretien 1	Resp Société Bancaire	Projet Société Bancaire	Innovation et SI	1h00	Apport de la blockchain au trading pétrole Projet Société Bancaire	28/12/2018
Entretien 4	Entretien 2	Resp Société Bancaire	Projet Société Bancaire	Innovation et SI	1h00	Construction d'une blockchain de consortium Projet Société Bancaire	18/01/2019
Entretien 5	Entretien 3	Resp Société Bancaire	Projet Société Bancaire	Innovation et SI	1h00	Confiance et blockchain Projet Société Bancaire	25/01/2019
Entretien 6	Entretien 1	Resp Inno Distributeur	Projet BC Distributeur	Innovation et traçabilité	45 min	Historique du projet	10/05/2019
Entretien 7	Entretien 2	Resp Inno Distributeur	Projet BC Distributeur	Innovation et traçabilité	45 min	Détails techniques	24/05/2019
Entretien 8	Entretien 3	Resp Inno Distributeur	Projet BC Distributeur	Innovation et traçabilité	30 min	Management du projet	20/11/2019
Entretien 9	Entretien 1	Resp Inno Editeur	Projet BC Editeur	Blockchain	45 min	Caractéristique et historique du projet	18/12/2019
Entretien 10	Entretien 2	Resp Inno Editeur	Projet BC Editeur	Blockchain	30 min	Management du projet	19/12/2019
Entretien 11	Entretien	Directeur Log Distributeur 2	Projet BC ESN	Directeur logistique	2 heures	traçabilité améliorée pour gérer les retraits/rappel	22/02/2018
Entretien 12	Entretien	Resp SI		Resp SI Société bancaire 2	1 heure	Foam parlementaire de la blockchain	18/06/2019
Événement 1	Interviews croisées débat autour de la mise en place de la Blockchain			Resp Inno Distributeur, Resp Inno Société Bancaire, Responsable politique, Responsable Société d'investissement, Experts Blockchain	2 heures	Rencontre ESN	19/02/2019
Événement 2	Entretiens			Entretiens avec industriels sur le sujet de la blockchain	8 heures	Salon technologique innovation	16-18/05/2019
Événement 3	Participation	Equipe ESN	Projet BC	Equipe multidisciplinaire ESN	36 heures	Elaboration d'une blockchain lors d'un événement Blockchain organisé par Distributeur 2	16-18/02/2018

Chapitre 2

Enjeux et conséquences des blockchain de consortium et "mono acteur" au sein des chaînes logistiques : une approche par la théorie des coûts de transaction

Article soumis à Logistique & Management, accepté avec corrections mineures, le 27/01/2023, corrections apportées et resoumis le 22/02/2023.

Enjeux et conséquences des blockchain de consortium et "mono acteur" au sein des chaînes logistiques : une approche par la théorie des coûts de transaction

Mathieu Lesueur-Cazé^a

Mathieu.lesueur@univ-rennes1.fr

Laurent Bironneau^a

Laurent.bironneau@univ-rennes1.fr

Thierry Morvan^a

Thierry.morvan@univ-rennes1.fr

^a *Univ Rennes, CNRS, CREM – UMR 6211, Rennes, France,*

RESUME

Dans cet article, nous nous questionnons sur les enjeux et les conséquences des deux modes de gouvernance favorisés par les *blockchain* de consortium et les *blockchain* de type « mono acteur » au sein des chaînes logistiques. Pour ce faire, nous mobilisons les coûts de transaction comme grille d'analyse et nous nous appuyons sur une étude de cas menée auprès d'un distributeur de produits de grande consommation. Il ressort notamment de nos analyses que quel que soit le mode de gouvernance envisagé, la technologie *blockchain* favorise la création d'un espace de confiance par l'utilisation d'actifs spécifiques de coordination (*smart*-contrats et algorithmes de consensus) et par l'existence d'un régulateur.

Mots Clés : *Blockchain*, Coûts de transaction, Modes de gouvernance.

ABSTRACT

In this article, we examine the issues and consequences of the two modes of governance favored by consortium blockchains and single-actor blockchains within supply chains. To do so, we use transaction costs as an analytical grid and we rely on a case study conducted with a consumer goods distributor. Our analysis shows that, whatever the mode of governance considered, blockchain technology promotes the creation of a space of trust through the use of specific coordination assets (*smart* contracts and consensus algorithms) and through the existence of a regulator.

Keywords : Blockchain, Transaction costs, Governance arrangements.

Introduction

La technologie *blockchain* laisse entrevoir des changements profonds dans le pilotage des chaînes logistiques, comme le montrent certains développements menés notamment dans les secteurs agroalimentaire et du transport maritime (Kshetri 2018; Perboli, Musso, et Rosano 2018; Bajolle et Godé 2021; Karaa 2022). Au sein du Consortium IBM Food Trust¹, par exemple, qui réunit des industriels et distributeurs du domaine alimentaire ayant décidé de collaborer pour répondre au besoin de transparence des consommateurs, elle est utilisée pour consigner, dans un registre numérique décentralisé et infalsifiable, toutes les informations utiles sur la provenance d'un produit, ses conditions de fabrication et de stockage..., ce qui autorise ainsi une traçabilité globale des chaînes d'approvisionnement. Dans le domaine du transport maritime, par ailleurs, elle est mobilisée par la plateforme TradeLens de suivi du fret maritime, utilisée désormais dans plus de 50% du commerce mondial conteneurisé, pour apporter de la transparence et de la visibilité en temps réel dans ce secteur traditionnellement très éclaté (Irannezhad 2020; Wendler-Bosco et Nicholson 2020). A chaque fois qu'un membre de TradeLens charge un document sur la plate-forme, une clé cryptographique unique et infalsifiable est ainsi produite grâce à la *blockchain*, le tout étant visible en temps réel sur une interface graphique commune par les autres membres de la plateforme ; cela permet d'accélérer les opérations de transport dans la chaîne et surtout de diminuer les coûts administratifs associés aux transports de conteneurs, ces derniers étant estimés à 22% du coût de distribution des marchandises circulant dans les supply chain (Jensen et al. 2019).

En pratique, la technologie *blockchain* se caractérise par un registre de transactions distribué décentralisant le partage de données, assurant le stockage et la transmission d'informations de manière sécurisée sans autorité de contrôle (Acquier et al. 2017; Tapscott & Tapscott 2017; Kin et al. 2018). Par ailleurs, une transaction enregistrée ne peut être ni modifiée ni supprimée (principe d'immutabilité des données) car avant qu'une transaction soit exécutée, elle est

¹ <https://www.ibm.com/fr-fr/products/supply-chain-intelligence-suite/food-trust>

vérifiée et validée par l'ensemble du réseau constitué (principe de la validation des transactions par consensus grâce à des algorithmes dits de consensus).

D'après Kin et al. (2018), l'ensemble de ces fonctionnalités apporterait une amélioration dans la sécurisation des échanges, la coordination des acteurs et la traçabilité au sein de la chaîne logistique. En outre, elle pourrait potentiellement diminuer le nombre d'acteurs intermédiaires d'une supply chain (Bahga & Madiseti 2017; Saucède & Fenneteau 2017; Kin et al. 2018). Elle favorisait aussi 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; Lesueur-Cazé et al. 2022). En effet, si tout projet *blockchain* s'appuie sur une plateforme combinant plusieurs technologies (cryptographie, algorithme de consensus, *smart*-contrat), un tel projet est surtout constitué d'un groupement d'acteurs partageant des normes, des données, des protocoles techniques ; un groupement d'acteurs dont les relations sont à structurer, ce qui implique de déterminer leur mode de gouvernance. Traditionnellement la littérature distingue les *blockchain* publiques ou autorisées (*public* ou *permissionless*) et les *blockchain* privées (*private* ou *permissioned*). Dans ces dernières, seuls certains participants peuvent rejoindre le réseau *peer-to-peer* (Dumas 2018) et un groupe restreint d'acteurs a le pouvoir d'accéder, de vérifier et d'ajouter des transactions au registre (Lewis et al. 2017; Lesueur et al. 2022). Les acteurs des chaînes logistiques se tournant vers les *blockchain* de type privée (Hughes et al. 2019; Wang et al. 2019), nous n'évoquerons désormais que ces dernières. Il est possible d'en distinguer deux types : les *blockchain* privées de consortium et les *blockchain* privées de type « mono acteur » (Bashir 2018, 33-35)². Les *blockchain* privées de consortium (appelées *blockchain* de consortium dans la suite de cet article) regroupent plusieurs acteurs souhaitant structurer en commun leurs transactions logistiques en s'appuyant sur une technologie

² Bashir (2018), ne parle pas de « *single actor blockchain* » mais sa vision de « *fully*

private blockchain » et de « *proprietary blockchains* » rejoint l'idée de « *single-actor blockchain* » en français : « *blockchain* mono-acteur ».

blockchain. C'est le cas par exemple d'UPS, Fedex et d'autres acteurs de la prestation logistique aux Etats-Unis qui se sont associés pour suivre leurs transactions ou encore de LVMH, Prada et Cartier qui utilisent cette technologie pour tracer leur chaîne logistique. Dans ce type de projet, les droits sont répartis équitablement entre les acteurs. En revanche, une *blockchain* privée de type « mono acteur » (que nous nommerons désormais *blockchain* « mono acteur ») est à l'initiative d'un acteur dominant au sein de chaînes logistiques ; c'est le cas par exemple de Walmart, de Nestlé ou d'Unilever pour des projets de traçabilité. Elle ne suppose pas une égalité de droits entre ses membres. C'est en général une *blockchain* dite « verticale », car elle permet à son propriétaire de contrôler les informations et donc de vérifier si tous les membres de la chaîne logistique respectent les conditions des transactions. Il y a un acteur pivot qui par son « pouvoir de changement » organise les transactions logistiques (Paché & Paraponaris 2006; Saucède & Fenneteau 2017).

Par conséquent, en s'appuyant sur les technologies *blockchain*, **deux modes de gouvernance peuvent être privilégiés au sein des chaînes logistiques** : une entreprise peut soit imposer un droit d'usage de l'information et la contrôler, soit s'engager comme partenaire d'un consortium dont l'objectif est de partager l'information entre les différents membres.

Se pose alors la question des enjeux et des conséquences de ces deux modes de gouvernance favorisés par les *blockchain* de consortium et les *blockchain* de type « mono acteur » au sein des chaînes logistiques, et plus particulièrement sur les relations inter-organisationnelles (Berg et al. 2019; Davidson et al. 2018; Treiblmaier 2018).

Pour répondre à ce questionnement, nous mobilisons la théorie des coûts de transactions comme cadre conceptuel. Plusieurs auteurs (Halldorsson et al. 2007; Spina et al. 2016; Treiblmaier 2018) encouragent, en effet, explicitement l'utilisation de théories établies en sciences de gestion afin d'explorer les « *research phenomenon* » susceptibles d'impacter le supply chain management ; au regard des exemples évoqués précédemment la *blockchain* peut être l'un de ces « phénomènes ». Par ailleurs, la *blockchain* et la théorie des coûts de transaction (TCT) présentent des chevauchements conceptuels importants. Tout d'abord, les transactions et les coûts associés sont un concept clé dans la TCT qui permet de qualifier les relations entre les

membres d'une supply chain (Ellram 1991; Wilding & Humphries 2006; Williamson 2008; Tate et al. 2011) ; en tant que registre distribué, la *blockchain* réalise de son côté un lien entre les transactions et les coûts associés (Notheisen 2017; Choi 2020). Ensuite, la TCT s'intéresse à tout problème qui peut être posé directement ou indirectement comme un problème de contrat (Williamson 1975) ; parallèlement la *blockchain* fournit une nouvelle approche des contrats, par l'intermédiaire de « contrats intelligents » ou *smart*-contrats (Christidis & Devetsikiotis 2016; Baron & Chaudey 2019; Cong & He 2019), qui sont des programmes informatiques irrévocables permettant d'exécuter un ensemble d'instructions prédéfinies, dans le respect des accords fixés entre les membres, et apportant la preuve des opérations effectuées. Enfin *blockchain* et TCT ont en commun la problématique de la gouvernance et du pouvoir au sein des chaînes logistiques (Atzori 2015; Beck et al. 2018; Arruñada & Garicano 2018; Sulkowski 2018; Peltoniemi & Ihalainen 2019; Chang & Chen 2020; Park & Li 2021; Chen et al. 2022). Pour traiter notre problématique, nous étudions, tout d'abord, les conséquences des deux types de *blockchain* privées révélés par la littérature sur les attributs principaux des coûts de transaction : l'incertitude, la spécificité des actifs et la fréquence des transactions. Puis, nous présentons les résultats d'une enquête menée auprès d'un distributeur et enfin, nous analysons les implications managériales et théoriques de nos résultats.

L'émergence des blockchain au sein des chaînes logistiques : une approche par la théorie des coûts de transaction.

La Théorie des Coûts de Transactions avancée par Coase (1937), puis développée par (Williamson 1975, 1991, 1992, 1996), repose sur un ensemble de principes et de théories, qui permettent une analyse rigoureuse des choix de mode de gouvernance des entreprises (le marché, l'organisation intégrée ou l'organisation hybride), suivant les transactions qu'elles encadrent. Trois attributs distincts sont utilisés pour comprendre l'arbitrage entre les différents modes de gouvernance envisageables : l'incertitude, la spécificité des actifs et la fréquence des échanges transactionnels (Ghertman 2004).

Deux types d'incertitude pèsent sur une organisation économique : l'incertitude exogène ou

environnementale (Williamson 1975, p. 24) et l'incertitude endogène. La première résulte des aléas externes (diminution de la demande, apparitions de nouvelles technologies, développement de nouveaux produits, etc.) ; ils sont susceptibles d'impacter les conditions d'exécution du contrat, le déroulement des transactions et l'action des acteurs (Baudry 2005). La seconde provient 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).

Les actifs spécifiques peuvent, quant à eux, prendre différentes formes (actifs physiques, actifs humains, actifs de site, etc.). La réalisation d'investissements spécifiques incite les partenaires à faire en sorte que la relation initiée perdure car ces investissements apparaissent difficilement redéployables.

La fréquence des transactions constitue 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.

Analysons, selon le type de *blockchain* privée envisagé, les conséquences sur ces trois déterminants. Se pose, en effet, la question de la répercussion de cette technologie sur les coûts de transaction et plus particulièrement sur les coûts de transactions inter-organisationnelles au sein des chaînes logistiques (Treiblmaier 2018; Kummer et al. 2020; Murray et al. 2021).

Blockchain privée de consortium, déterminants des coûts de transaction et chaînes logistiques

Au sein d'un consortium, la technologie *blockchain* favorise le rapprochement des entreprises en permettant un échange accru de données certifiées. Cette certification par des moyens cryptographiques crée un système de confiance favorable à la gestion de la supply chain. On peut dès lors parler d'une communauté de pratique dans le sens où la technologie *blockchain* ne décentralise pas seulement la fonction de coordination des entreprises, mais également la fonction de prise de décision (Xu & Viriyasitavat 2014; Angelis & Ribeiro da Silva 2018; Alawi

et al. 2022). Cependant, au sein des chaînes logistiques, une certaine asymétrie d'information est toujours présente et les jeux de pouvoirs opérés dominent les relations entre les acteurs, malgré des approches qualifiées de coopératives au sein des chaînes logistiques (développement de projets de mutualisation des moyens logistiques par exemple) (Senkel, Durand, et Vo 2013). Dès lors, la technologie *blockchain* semble avoir un intérêt car elle permet de limiter le degré **d'incertitude comportementale** par la confiance attribuée au registre distribué créé entre les partenaires dans le cas de consortiums *blockchain* (Saucède et Fenneteau 2017) (nous parlons ici de la confiance allouée aux données transitant par la *blockchain*). En effet, au sein de ces consortiums, les attributs de confiance sont, de fait, délégués à la *blockchain*, car ce système est transparent ; il permet le contrôle des transactions, à travers le fonctionnement de *smart-contracts*. 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. Enfin, au sein de ces *blockchain*, la preuve de la transaction et son suivi dans les *smart-contracts* affectent profondément les mécanismes de l'incertitude comportementale. L'acte d'opportunisme est en effet très difficile à réaliser dans la mesure où les *smart-contracts* enferment les conditions d'exécution des contrats (Kim & Laskowski 2017; Liao & Wang 2018; X. Xu et al. 2019) de telle sorte que « la sélection adverse » et « l'aléa moral » ne peuvent plus s'exercer (Bajolle & Godé 2021).

Par ailleurs, en distribuant l'information parmi tous ses membres, la technologie *blockchain* permet de coordonner l'activité de plusieurs acteurs y compris si ceux-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 le cas d'un paiement à réception de marchandises (Hofmann et al. 2018; Lesueur-Cazé et al. 2022). Pour cette raison, la technologie *blockchain* peut donc être assimilée à **un actif spécifique de coordination**, dans le sens de Williamson (1994). Plus précisément, un tel actif spécifique agira dans une *blockchain* de consortium afin d'assurer une gestion partagée de l'information facilitant les transactions. Soulignons que la spécificité de cet actif de coordination ne réside pas dans la nature du code informatique, mais dans la relation spéciale ainsi créée par l'intermédiaire des technologies utilisées (les algorithmes de consensus

et les *smart*-contrats), c'est-à-dire la production d'un espace de confiance sans confiance *a priori* des parties prenantes. Ces technologies, en effet, permettent, d'une part, de s'abstenir de toute intervention humaine et donc de s'affranchir des incertitudes comportementales et, d'autre part, de garantir une coordination fondée sur des relations de confiance, voire de susciter une démarche collaborative car les règles de fonctionnement sont définies conjointement par les différentes parties prenantes. Un espace de confiance est donc susceptible d'émerger favorisant le maintien de relations stables entre participants (Caseau & Soudoplatoff 2016; Isaac 2021). Sur ce point, certains auteurs parlent d'une nouvelle forme d'organisation structurée autour du partage de l'information (Allen et al. 2018; Berg et al. 2018, 2019; Allen et al. 2020). Ces notions de partage de l'information renvoient aux principes du SCM : le partage de l'information dans un but de coordination (approche opérationnelle de la chaîne logistique) et/ou dans un but de collaboration (approche stratégique de la chaîne logistique) (Ménard 2012; Aloui et al. 2020).

En ce qui concerne **la fréquence des transactions**, nous l'avons vu, 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 et l'opportunisme devient moins impactant. La récurrence des transactions peut ainsi favoriser la mise en place de routines réduisant à la fois les coûts de coordination entre acteurs et l'opportunisme (Saussier et Yvrande-Billon 2007). Par conséquent, l'effet de cet attribut sur les coûts de transaction s'avère ambigu. Il n'est pas possible, pour cette raison, de déterminer si la hausse de fréquence est à l'origine de l'adoption de la technologie *blockchain* ou si le recours à cette dernière augmente naturellement la fréquence des transactions du fait de son efficacité. Les deux cas peuvent s'observer. Dans le cadre d'une augmentation de son flux de marchandises, le port de Salalah à Oman, par exemple, 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 TradeLens, ce port choisit de faire partie d'un consortium *blockchain*. L'adhésion à cette plateforme est susceptible

d'instaurer des routines et une forme d'apprentissage organisationnel réduisant l'opportunisme et favorisant la confiance comme forme de coordination (Jensen et al. 2019). 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 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*. En effet, l'augmentation de la fréquence se fait dans un périmètre autorisé et contrôlé par chaque acteur qui accepte, sous réserve d'y appartenir, les règles de ce nouvel écosystème. Dans le cadre des technologies actuelles, les mécanismes de la *blockchain* contredisent la théorie sur la question de la fréquence ; l'augmentation de la fréquence n'augmente pas le risque d'opportunisme. C'est notamment pour cette raison que les grosses infrastructures logistiques souhaitent adhérer à une *blockchain* de consortium ; elles sont sûres, ou presque, de l'absence d'actes d'opportunisme, ou en d'autres termes que la triche n'est pas possible dans cet espace d'échange (Schmidt & Wagner 2019).

Blockchain « mono acteur », déterminants des coûts de transaction et chaînes logistiques

Dans une *blockchain* « mono acteur », un acteur en position dominante souhaite verticaliser l'information dans l'organisation constituée. Cet acteur veut étendre son influence dans cette organisation : que ce soit en encourageant des comportements s'accordant avec sa propre stratégie, ou en poursuivant son intégration verticale sous une autre forme (Claye-Piaux et al. 2014). Par conséquent, ce type de *blockchain* privée permet à l'entreprise dominante d'inciter les autres acteurs de la chaîne logistique à respecter ses propres engagements vis-à-vis du consommateur final (s'il s'agit d'un distributeur), de la législation ou bien dans un but d'améliorer son image ou les trois à la fois (par exemple la *blockchain* de Carrefour). La répartition des droits y est inégalitaire ; les acteurs de la chaîne logistique entrent les données

mais n'ont pas plus de droits. Il s'agit bien d'une mise en commun de données, mais de façon unilatérale, ne profitant effectivement qu'à l'initiateur de la *blockchain* « mono acteur ». Si l'information est bel et bien distribuée entre les acteurs, certains demeurent malgré tout des acteurs passifs, c'est-à-dire sans rétribution de l'organisation, sans pouvoir exploiter les données mises dans cette *blockchain* et sans droit d'écrire des *smart-contracts*. La décentralisation est donc très réduite ; la priorité est mise sur l'infrastructure du système d'information dans une logique verticale

Au sein d'une organisation de ce type, l'incertitude peut provenir du manque de visibilité au-delà du rang -1 et +1 de la chaîne. Pour une entreprise de transformation, par exemple, cela peut se traduire par un manque d'information sur les chiffres de vente réalisés par le distributeur aval, ou par une absence de données sur l'origine des composants qu'il achète à ses fournisseurs. En adoptant le mode *blockchain* mono-acteur, l'entreprise augmente sa visibilité sur la chaîne à laquelle elle appartient de manière à anticiper les risques susceptibles de l'impacter (problème liés à l'absence de transparence vis-à-vis du consommateur, problèmes sanitaires avec rappel produit, problèmes de litiges de réception, etc.) (Hofmann et al. 2018 ; (Duan et al. 2020). Notons que les asymétries d'information occupent « *une place essentielle dans la construction de l'échange entre les acteurs de la chaîne logistique* » (Boissinot 2010). Elles jouent par conséquent une place importante dans la contractualisation, puis dans l'exécution des contrats (Boissinot 2010). Si la technologie *blockchain* que possède l'acteur pivot est suffisamment étendue, la visibilité se fera tout au long de la chaîne logistique. L'organisation en mode verticale de cette configuration de *blockchain* lui permet une exploitation des données dont il peut facilement tirer avantage sous couvert d'un label qualité par exemple. Cette avantage est d'autant plus bénéfique qu'il s'appuie sur des données certifiées (Chouli et al. 2017). La réalisation d'investissements spécifiques incite les partenaires à faire en sorte que la relation initiée perdure car ces investissements apparaissent difficilement redéployables. Une telle situation est susceptible d'enfermer les partenaires dans une relation de dépendance. Dès lors, la *blockchain*, dans sa version centrée autour d'un acteur dominant la chaîne logistique, peut être considérée comme un actif spécifique. Par exemple, Walmart en

exigeant que les fournisseurs de légumes transmettent leurs données de traçabilité sur sa *blockchain* (Jabbar et al. 2021), créé un outil renforçant une relation de dépendance entre acteurs de la chaîne logistique. Les fournisseurs en question ne peuvent réengager des dépenses de traçabilité vers d'autres clients potentiels. Cette relation de dépendance peut donc venir renforcer le pouvoir de l'entreprise à l'initiative du projet « *blockchain* » si celle-ci s'engage, par exemple, dans une démarche de quasi-intégration verticale de la donnée (Baudry 2006) en tant qu'entreprise pivot sur sa chaîne logistique (Claye-Puaux et al. 2014; Couzineau-Zegwaard & Meier 2020).

Enfin, au regard du troisième attribut de la TCT, c'est-à-dire la fréquence, la *blockchain* « mono acteur » est conçue pour accueillir une fréquence récurrente de transactions nécessitant des investissements spécifiques. La mise sous *blockchain* d'un produit est susceptible d'entraîner une hausse de ses ventes et par conséquent une hausse de la fréquence de reconduction du contrat. La hausse de fréquence ne signifie pas une augmentation de l'opportunisme dans le cas d'une *blockchain* « mono acteur ». En effet, dans ce type de *blockchain*, les contrôles sont présents à chaque transaction puisqu'ils sont liés au fonctionnement des *smart*-contrats. Par conséquent l'opportunisme est compliqué voire quasi impossible (Flori 2017; Kabwende 2021; Narwane et al. 2021).

Nous pouvons résumer les effets des *blockchain* privées sur les déterminants de la TCT dans le tableau suivant (*cf.* Tableau 1).

Tableau 1. Effets des *blockchain* privées sur les déterminants de la TCT.

	Incertitude	Actif spécifique	Fréquence
BC privée « mono acteur »	<p>Lutter contre l'incertitude de façon verticale</p> <p>Diminution de l'asymétrie d'information mais de façon unilatérale</p> <p>Existence d'un régulateur : l'acteur pivot</p>	<p>La technologie et son utilisation, constituent un actif spécifique de coordination : cela permet d'améliorer la transparence de l'information dans le suivi de la chaîne logistique</p> <p>Automatisation de certains processus de validation</p> <p>Développement de méthodes communes de gestion</p> <p>L'actif spécifique est détenu par une entreprise</p>	<p>Augmentation de la fréquence des transactions par l'automatisation du renouvellement des contrats</p>
BC de consortium	<p>Permet de lutter contre l'incertitude de façon horizontale, de générer de la confiance entre les acteurs, d'augmenter le partage d'information.</p> <p>Implique une sélection à l'entrée. La tierce partie (l'éditeur) assure le bon fonctionnement de la plateforme.</p> <p>Existence d'une régulation par l'éditeur et des organismes communs de décision</p>	<p>La technologie et son utilisation, constituent un actif spécifique de coordination qui permet d'augmenter le partage de l'information, d'encourager l'utilisation de méthodes de gestion collaboratives, de générer de la confiance entre les acteurs participants au consortium</p> <p>L'actif spécifique est détenu par une tierce partie (un éditeur, une start-up ou un board) mais exploité par les membres du consortium</p>	<p>Permet une augmentation de la fréquence des transactions par l'automatisation du renouvellement des contrats</p>

Etude de cas d'un distributeur alimentaire

En raison de l'absence d'études approfondies portant sur l'utilisation de la *blockchain*, nous avons retenu l'étude de cas pour traiter notre questionnement. Celle-ci porte plus précisément sur l'adoption de deux démarches *blockchain* par un distributeur de produit de grande consommation. Chez ce dernier, le développement de la *blockchain* s'est fait en trois étapes principales. L'expérimentation de la *blockchain* a, tout d'abord, débuté par le suivi de chariots métalliques et de leur contenu dans les entrepôts, en 2017. Jugeant l'expérience positive, le distributeur a ensuite déployé une *blockchain* de type mono-acteur sur différents produits alimentaires à sa marque, en testant différentes technologies *blockchain* (*Ethereum*, *Hyperledger*). Pour résumer, cette *blockchain* centralise les données de façon verticale, dans une logique de filière agricole. La répartition des droits est centralisée sur l'acteur pivot, à savoir le distributeur. En effet, ce dernier peut créer de nouveaux *smart*-contrats et orienter ainsi les contrôles qualité en donnant, par exemple, plus d'importance à certains critères, et décider des droits d'accès à sa *blockchain*. La figure 1 ci-dessous présente le fonctionnement adopté dans le cas de la filière avicole. Les acteurs en amont de la chaîne logistique (éleveurs, couvoirs, abattoirs, ...) envoient leurs données vers la *blockchain* du distributeur (1). Le distributeur contrôle les données transmises, il valide lui-même les blocs de sa propre *blockchain* (2). Le distributeur diffuse via un site les informations à destination du consommateur. En contrepartie le distributeur récupère des informations liées à la connexion à son site (3).

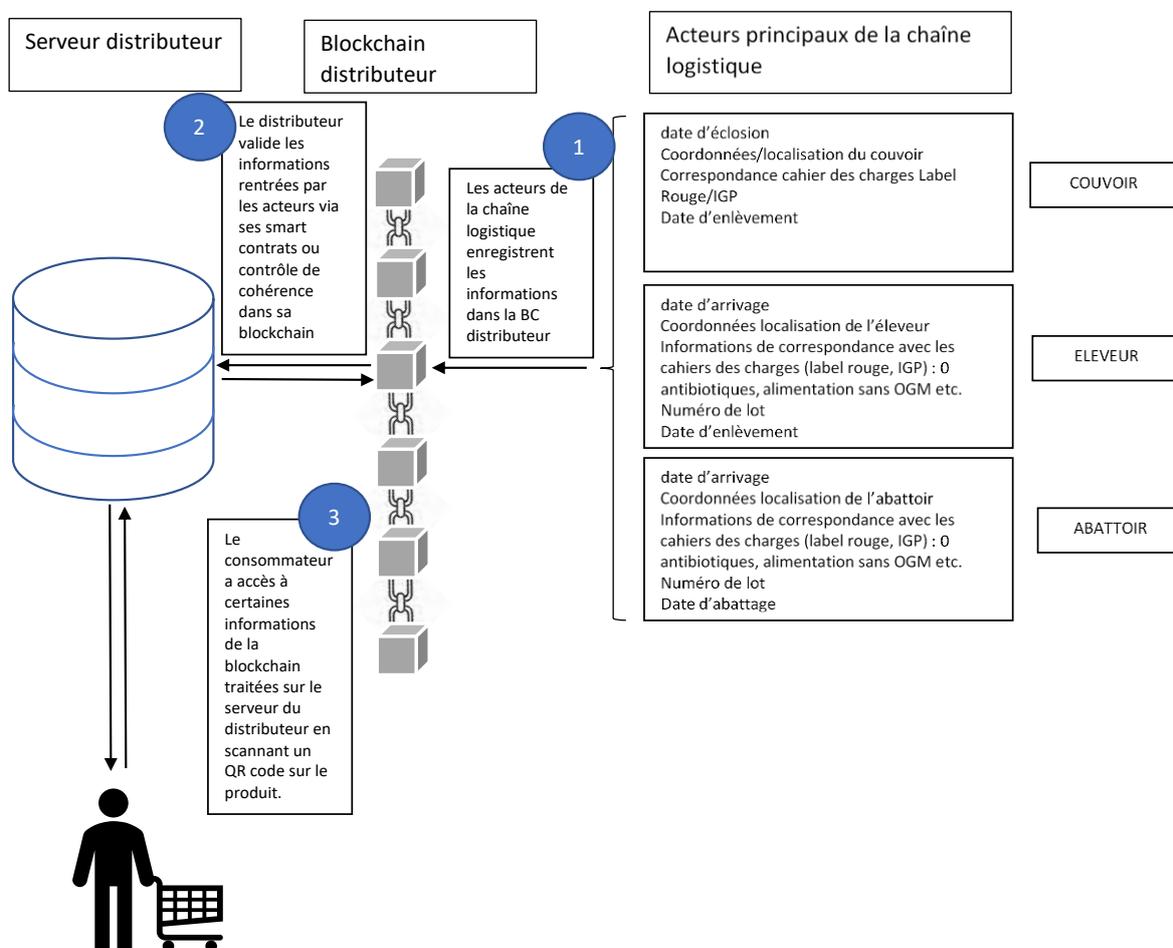


Figure 1. Processus d'acquisition, de validation et de diffusion de l'information au sein d'une *blockchain* « mono acteur » du distributeur dans le cas d'une filière avicole

Enfin, dans un troisième temps, en octobre 2018, le distributeur a choisi, tout en conservant par ailleurs sa *blockchain* « mono acteur, de rejoindre également une *blockchain* de consortium, résultat du travail d'un éditeur de logiciel figurant parmi les leaders mondiaux du marché, qui regroupe plusieurs fabricants et distributeurs mondiaux de renom. La figure 2 présente le fonctionnement de cette dernière, le circuit d'information entre le distributeur et un industriel membre du consortium proposant un produit de consommation courante à base de pommes de terre. Les acteurs de la chaîne logistique (récoltants, usines de transformation, distributeur) entrent leurs données dans la *blockchain* (1). L'entité « *key management* » décide de la validité des blocs (2). Les données entrées dans la *blockchain* sont reprises et entrent dans les processus de gestion des ERP du transformateur et du distributeur (ajustement des stocks, calcul de prévision, conformité, etc.) (3). Les données récoltées dans les points de ventes permettent

d'obtenir des informations sur les intentions d'achat des consommateurs. Cette information est également répercuté sur la gestion des stocks en amont (4).

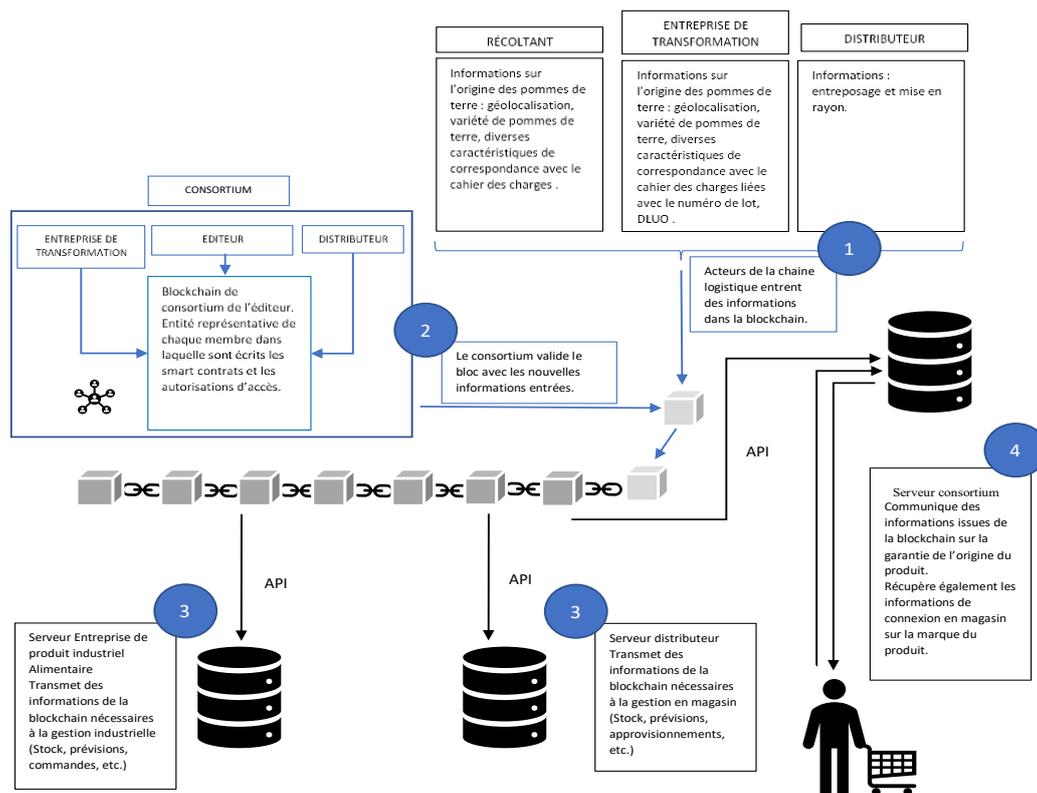


Figure 2. Processus d'acquisition, de validation et de diffusion de l'information au sein de la *blockchain* de consortium

Démarche méthodologique

Notre étude utilise une approche qualitative (Eisenhardt 1989; Gummesson, 2000; Aberdeen 2013; Paillé & Mucchielli 2019). Les données primaires sont issues d'entretiens menés entre mai et novembre 2019 auprès de responsables bénéficiant d'une position majeure en lien avec l'entité dirigeante et le service informatique du distributeur et de l'éditeur informatique de la solution retenue, ce qui renforce la pertinence des verbatims obtenus ; les données que nous avons pu recueillir revêtent un caractère confidentiel stratégique. Ces entretiens ont permis de collecter plus de 200 minutes d'enregistrement (*cf.* Annexe 1) et ont été conduits de manière semi directives à l'aide d'un guide construit sur la base du cadre théorique retenu -la TCT- conformément aux recommandations de Miles & Huberman (2003) qui préconisent l'utilisation d'un cadre théorique lors d'une recherche qualitative de type inductive. Ce guide d'entretien a été divisé en quatre parties : la première permet d'identifier et de comprendre les incertitudes

auxquelles font face les organisations des personnes questionnées ; la seconde porte sur l'identification des actifs spécifiques et des choix techniques en résultant ; la troisième sur la capacité du projet à lutter contre l'opportunisme dans le cas d'une hausse de fréquence des transactions ; et la dernière questionne l'apport des projets *blockchain* conformément à la stratégie de l'entreprise. Aux témoignages des personnes interviewées s'ajoutent des sources secondaires d'informations. Il s'agit d'interviews, documents internes et rapports. Comme conseillé par Yin (2009), nous avons effectué une triangulation des données selon un schéma dual entre sources primaires et secondaires. Nous avons procédé à un codage systématique des entretiens dans un schéma commun unifié avec les autres sources de données.

Trois dimensions se sont dégagées de nos entretiens et de l'étude de l'ensemble des données secondaires (cf. figure 3). La dimension relationnelle, tout d'abord, souligne que la *blockchain* n'est pas seulement un outil facilitant la coordination, mais qu'elle est aussi susceptible de stimuler la confiance entre acteurs d'une même chaîne logistique. La dimension contextuelle, ensuite, concerne différents aspects du contexte économique dans lequel un projet *blockchain* s'inscrit. Ainsi, dans le secteur de la distribution alimentaire, le distributeur est soumis à une pression forte en raison *i)* de la réglementation sanitaire liée aux produits alimentaires, *ii)* de la demande de transparence exigée par les consommateurs et *iii)* de l'arrivée de nouveaux entrants (Yuka). La dimension stratégique et organisationnelle, enfin, montre que le distributeur a le choix entre deux axes stratégiques pour déployer la *blockchain* : maîtriser sa propre *blockchain*, ce qui lui permet un contrôle de l'information, ou rejoindre un consortium.

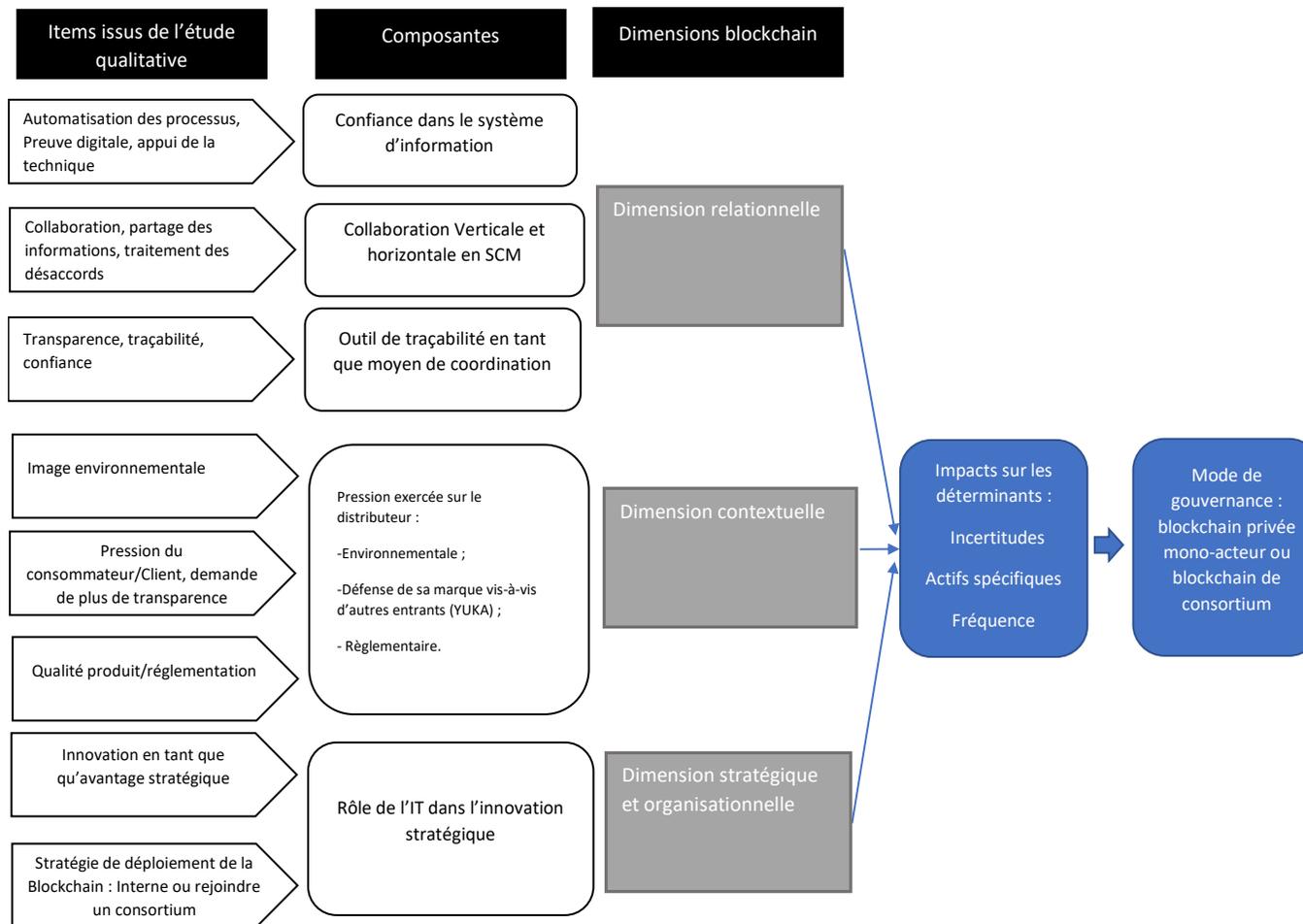


Figure 1. Résultats de l'analyse qualitative

Analysons maintenant l' effet de ces dimensions agrégées sur les trois attributs des coûts de transaction, éléments déterminants pour arbitrer entre les différents modes de gouvernance envisageables au sein d'une chaîne logistique souhaitant s'appuyer sur des technologies *blockchain*.

Résultats

Dimension relationnelle de la BC et effets sur les déterminants des coûts de transaction : la création d'un espace de confiance

Nous constatons, tout d'abord, que l'un de nos interlocuteurs souligne que la *blockchain* est un système immuable ou immuable, vocable signifiant l'impossibilité de modification de l'objet informatique créé, grâce à son architecture distribuée et au recours aux algorithmes de consensus qui assurent un haut niveau de robustesse. « *Le côté intéressant technologiquement c'est l'immutabilité qu'amène la blockchain : l'information est gravée dans le marbre* », « *[c'est une technologie] qui peut nous aider à renforcer des aspects de traçabilité, notamment sur les produits faits à plusieurs* ». Ainsi, la *blockchain* par ses spécificités techniques est donc susceptible de réduire l'incertitude comportementale, toute modification des données partagées engendrant une preuve.

Par ailleurs, toujours en ce qui concerne l'attribut « incertitude », nous constatons que le rôle central du régulateur rempli par le distributeur dans ses *blockchains* privées, et par la société informatique dans le consortium (confirmer, vérifier et afficher les détails du registre, ajouter des personnes au réseau ou en retirer), favorise une réduction de l'incertitude comportementale par une diminution de l'asymétrie informationnelle favorisant le développement d'un espace de confiance.

Le constat d'un espace de confiance favorisé par la mise en place de technologies *blockchain* est renforcé par l'automatisation induite par les *smart*-contrats, actifs spécifiques de coordination. Ces *smart*-contrats ont été orientés vers des applications concrètes de contrôle de cohérence et de règlement des litiges comme en témoigne les verbatims suivants : « *je pense*

qu'aujourd'hui ce n'est pas des contrats ; c'est plutôt de l'automatisation de données, des contrôles de cohérence », « je pense que dans un avenir relativement proche on utilisera les smart-contrats pour automatiser le traitement de « dispute » comme on dit en anglais ».

Par ailleurs, la mise en place de règles facilitant la communication et la confidentialité des données échangées renforce aussi l'espace de confiance favorisé par la *blockchain*. En effet, un changement de protocole *blockchain* a été effectué par le distributeur : « ... en 2017, on a démarré en utilisant le *Proof of Work*³ sous *Ethereum*, mais on s'est aperçu que c'était trop lent et limité. J'ai donc milité pour une approche un peu industrielle et on s'est dit qu'on allait utiliser les channels dans l'*Hyperledger*, qui permettent de traiter plus de volumes avec plus de confidentialité ». Précisons que la fonctionnalité « channel » d'*Hyperledger* permet que seuls les partenaires directement concernés par une transaction en connaissent les détails (prix, nom des parties-prenantes etc.) contrairement au protocole de départ (*Ethereum*) (cf. Annexe 1, données secondaires EXP1).

Enfin, au regard du troisième attribut de la TCT, c'est-à-dire la fréquence, les cas étudiés sont conçus pour accueillir une fréquence récurrente de transactions. Par conséquent, comme les transactions requièrent des investissements spécifiques réalisés par le distributeur dans le cas d'une *blockchain* « mono acteur » et par l'ensemble des acteurs dans le cas d'une *blockchain* de consortium, elles incitent à la mise en place d'une organisation spécialisée dont l'accès est restreint à un nombre limité de participants s'engageant dans le soutien de relations continues et pérennes ; des participants sélectionnés à l'entrée (cf. Annexe 1, données secondaires WEB1, JOUR1, JOUR2).

³ Proof of Work (preuve de travail en français) est un algorithme de consensus qui apporte la preuve de l'état du réseau par la puissance de calcul qu'il requiert. Cet algorithme de consensus prémunit le système contre différentes attaques.

Dimension contextuelle de la blockchain et effets sur les déterminants de la théorie des coûts de transaction : une réduction de l'incertitude

Très tôt dans les interviews, on note un fort impact de l'environnement sur le projet. Trois contraintes environnementales sont évoquées, qui semblent justifier le choix pour le distributeur de s'orienter vers la technologie *blockchain* en tant que réponse aux incertitudes exogène et endogène existantes dans le secteur du *retail* alimentaire, et ce quel que soit le mode de gouvernance envisagé : **la réglementation, la demande de transparence de la part des consommateurs** et l'avènement des **plateformes de notation**.

La **contrainte réglementaire**, tout d'abord, apparaît comme un élément moteur dans le développement d'une technologie *blockchain*, en particulier depuis les différentes crises sanitaires apparues au cours de ces dernières années. Les verbatims suivants l'illustrent : « *En tant que distributeur on a une responsabilité légale dans la distribution du produit.* », « *Oui, il n'est pas question de s'abstraire de la réglementation, ...* », etc. Le distributeur, constituant le dernier maillon de la chaîne logistique, veut être sûr que ses fournisseurs respectent bien la réglementation, surtout lorsqu'il s'agit de sa propre marque (cf Annexe 1, données secondaires DOC1).

Vient, ensuite, une **demande de transparence** accrue de la part du consommateur, comme le mettent en avant les verbatims suivants : « *nous n'avions pas complètement intégré que nos clients sont extrêmement en attente d'informations qu'ils ne sont pas sûr de trouver si on ne fait pas un effort* », « *il y a un fossé qui s'agrandit année après année entre l'agriculteur et le consommateur ; les gens ne savent plus comment on cultive des tomates* ».

L'utilisation de la technologie *blockchain* dans le cadre de la certification de l'origine des produits et dans la gestion de l'image environnementale vient rassurer un consommateur en quête de transparence, d'authenticité, de sens, etc. (Jaoued-Abassi et Gonzalez 2017; Dubuisson-Quellier 2018). Dans ce contexte, la technologie *blockchain* vient lever le sentiment d'opacité sur les chaînes logistiques alimentaires. Sentiment d'opacité renforcé par le nombre

d'intermédiaires susceptibles d'être impliqués dans cette chaîne logistique et par les scandales alimentaires qui se répètent depuis une décennie. Aussi, l'application du distributeur étudié montre, avec simplicité et pédagogie, l'ensemble des étapes de transformation du produit. Il est également possible de voir des photos et vidéos authentiques d'éleveurs (cf. Annexe 1, données secondaires DOC4). Le directeur de l'innovation nous assure avoir constaté une hausse des ventes sur les produits mis sous technologie *blockchain*. L'authenticité et la transparence du message véhiculé permettent de réduire les distances entre les deux bouts de la chaîne logistique que sont les producteurs d'un côté et les consommateurs finaux de l'autre. Une organisation « *blockchain* » constitue donc une forme d'engagement, de promesse susceptible de rassurer le consommateur et elle est susceptible de réduire les incertitudes liées aux relations entre producteurs, industriels et distributeur tout au long de la chaîne logistique tracée.

Enfin, parmi les systèmes qui apportent des informations aux consommateurs, la *blockchain* n'est pas le seul système envisageable. L'émergence de **plateformes de notation**, comme par exemple « Yuka », est le signe de la volonté de répondre au besoin de transparence réclamé par le consommateur. Ce faisant les marques ne portent plus seules l'image de leurs produits ; les distributeurs doivent désormais composer avec ces plateformes de notation. Elles apparaissent comme une nouvelle forme d'incertitude externe auquel les distributeurs doivent faire face. « *Vous avez maintenant 10 millions de gens qui utilisent Yuka ; c'est 50 connexions par seconde* ». En se positionnant entre l'enseigne et le consommateur, la plateforme de notation agit ici comme un agent opportuniste, suffisamment puissant pour détourner le regard du consommateur vers d'autres produits correspondants aux critères arbitraires d'un algorithme pour le moins obscur (Lecocq 2019; Soutjis 2020). Par conséquent face à un risque de voir sa propre politique qualité dégradée par des avis non fondés, le distributeur redouble d'effort afin de prouver aux consommateurs que les informations mises en avant pour valoriser les produits proposés à la vente (produit de proximité, Indication Géographique Protégée, produit « Label rouge ») sont effectivement bien suivies et réelles. Cette démarche se réalise à travers l'utilisation de la technologie *blockchain* en tant que média de transparence sur les conditions d'élevage, de production ainsi que sur les chemins logistiques (cf Annexe 1, données

secondaires CONF7). Il ne s'agit pas tant d'affirmer sa transparence que de la prouver, de manière à supprimer toute possibilité d'asymétrie d'information. La technologie *blockchain* vient dès lors apporter la preuve de la conformité réglementaire de conditions de fabrication aux yeux des consommateurs.

Dimensions stratégique et organisationnelle de la BC et effets sur les déterminants des coûts de transaction

Dans le cas des *blockchain* « mono acteur », la stratégie du distributeur est de multiplier les *blockchain* sur les produits faiblement transformés, avec peu d'acteurs, à sa marque et suivant une logique de filière agricole : « *Aujourd'hui on a plutôt une logique de multiplication des blockchain par types de produits par famille, c'est-à-dire que dans chaque famille je prends un type de produit, et je fais une blockchain sur ce produit.* »

Mettre en place une *blockchain* « mono acteur » sur une filière agricole, c'est aussi assurer aux acteurs amont un débouché de leur production. Le distributeur vient limiter l'action de l'incertitude liée à la vente des produits. Il renforce son engagement d'achat d'une manière concrète en mettant en place un système qualité favorisant une meilleure image de la marque et de la filière dans son ensemble. L'amont de la filière doit cependant se conformer aux directives édictées par le distributeur, ce qui ne représente pas un réel changement dans les modes de production puisque les acteurs dont il est question respectaient déjà des cahiers des charges exigeant en matière de qualité (Label rouge, IGP, « sans OGM ») (cf. Annexe 1, données secondaires DOC5, DOC6).

Dans son rôle central, le distributeur maîtrise l'ensemble du flux informationnel dans une double logique : une logique marketing (protection de ses marques, amélioration de sa notoriété, garantir l'image d'une enseigne proposant des produits sains et conformes) et une logique de maîtrise des flux logistiques. Nous retrouvons ici la construction de deux actifs spécifiques de réputation et de coordination. Ainsi, le distributeur étudié assure un renforcement de son pouvoir car lui seul peut décider de faire entrer tel ou tel fournisseur dans le réseau informatique distribué (comme nous l'ont confirmé l'étude des données secondaires ; cf.

Annexe 1 DOC 5). Cet avantage technique lui donne un pouvoir de contrôle sur l'ensemble de la chaîne amont et un pouvoir de catalyseur de référencement. Par ailleurs, l'assurance de pouvoir augmenter les ventes des produits mis sous sa *blockchain* est un argument assez attractif pour les fournisseurs.

Effectivement la fréquence des transactions se trouve augmentée, comme l'ont montré les verbatims de notre enquête, et les données secondaires, qui rapportent une hausse significative des ventes dans les rayons du distributeur. Du côté des fournisseurs, l'augmentation de la fréquence s'accompagne d'une augmentation du risque d'opportunisme selon la théorie des coûts de transaction. Toutefois, la technologie *blockchain* montre sur ce point une forte capacité à limiter les actes frauduleux, comme le montre le verbatim suivant « ..., nous, on a grandi avec des scandales sanitaires, des accidents peuvent toujours subvenir, nous avons montré que la blockchain est un moyen de lutter contre ces problèmes. ». Ce point a d'ailleurs été largement examiné auprès d'experts de la *blockchain* (cf. Annexe 1, données secondaires EXP2).

Concernant la *blockchain* de consortium, nous remarquons, tout d'abord, que ce mode d'adoption fait suite au rapprochement des deux directeurs généraux de chaque entité respective, comme le note le verbatim suivant : « parce qu'il y avait un accord entre le PDG du distributeur et le PDG du groupe industriel, donc ça facilite les choses quand c'est du top-down... ». Ensuite, du point de vue du distributeur, on peut supposer qu'il y a un risque plus important à ne pas faire partie d'un consortium que d'en faire partie, ce qui transparaît dans le verbatim suivant : « ils nous ont appelé parce qu'ils trouvaient bien que nous rentrions dans le consortium blockchain ; ça nous a permis d'avoir un siège à l'advisory board du consortium ». Enfin, il est difficile pour le distributeur d'intégrer dans sa *blockchain* un acteur industriel du même poids économique que le sien, pour des raisons stratégiques. Par ailleurs pour le distributeur, le fait d'être relié à d'autres acteurs logistiques par une *blockchain* de consortium représente une répartition du coût en équipement. En effet, l'alternative qui consiste à créer sa propre *blockchain* « mono acteur » implique le désavantage pour l'initiateur d'en supporter tous les coûts. On peut voir cette prise en charge commune de « l'outil » *blockchain* comme une réponse partenariale au risque sanitaire omniprésent dans le secteur alimentaire. Effectivement

en cas de défaillance d'un des maillons de la chaîne, il faudra, par exemple, assurer le retour du produit de façon rapide, de manière à ne pas détériorer l'image de marque de l'industriel, mais aussi du distributeur si ce dernier n'arrive pas retrouver, dans ses stocks, les lots incriminés. Il s'agit donc d'adopter une démarche mutuelle face à une incertitude présente dans ce secteur, par le biais d'une dépense identique, engageant les deux acteurs (industriel et distributeur).

Implications théoriques et managériales

Implications théoriques

Les implications théoriques de notre travail sur les enjeux et les conséquences des différents types de *blockchain* privée portent sur 5 points principaux : *i)* la confiance, *ii)* le profil d'adoption d'un type de *blockchain*, *iii)* le pilotage selon le projet *blockchain* envisagé, *iv)* les mécanismes de coordination et de contrôle, et *v)* l'identification d'un nouvel actif spécifique.

La confiance. Les résultats précédents montrent que la *blockchain*, quel que soit le mode de gouvernance envisagé, favorise bien la mise en place d'un espace de confiance par le biais des actifs spécifiques que sont les algorithmes de consensus et les *smart*-contrats, mais aussi par le déploiement de règles communes, entre acteurs impliqués, piloté par un régulateur (*cf.* tableau n°2).

Tableau 2. Effets des *blockchain* privées sur les déterminants de la TCT : synthèse de l'enquête empirique

	Incertitude	Actif spécifique	Fréquence
<i>blockchain</i> mono acteur	<p>Réduction de l'incertitude comportementale permise par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'existence d'un régulateur : le distributeur initiateur de la <i>blockchain</i> privée - L'automatisation de certains processus par les <i>smart</i>-contrats - La mise en place de règles communes <p>Réduction de l'incertitude environnementale permise par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une meilleure maîtrise de l'image de marque par le distributeur - Une réponse à la réglementation, à la demande de transparence et à l'apparition des plateformes 	<p>Actifs spécifiques de coordination</p> <p>Les algorithmes de consensus et les <i>smart</i>-contrats (un renforcement du pouvoir du distributeur)</p> <p>Actifs spécifiques de réputation</p> <p>Apporter la preuve de la conformité réglementaire des produits tracés</p>	Augmentation de la fréquence des transactions mais une réduction de l'opportunisme
<i>blockchain</i> de consortium	<p>Réduction de l'incertitude comportementale permise par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'existence d'un régulateur : la société informatique dans le consortium - L'automatisation de certains processus par les <i>smart</i>-contrats - La mise en place de règles communes <p>Réduction de l'incertitude environnementale permise par</p> <p>Une réponse à la réglementation, à la demande de transparence et à l'apparition des plateformes</p>	<p>Actifs spécifiques de coordination</p> <p>Les algorithmes de consensus et les <i>smart</i>-contrats</p> <p>Actifs spécifiques de réputation</p> <p>Apporter la preuve de la conformité réglementaire des produits tracés</p>	Augmentation de la fréquence des transactions mais une réduction de l'opportunisme

Ces trois instruments contribuent, en effet, à annihiler toute tentative opportuniste, tout en favorisant un espace relationnel commun structuré (Berg et al. 2018, 2019 ; Allen et al. 2020).

Nos résultats confirment, par ailleurs, que si les mécanismes de la technologie *blockchain* favorisent la production d'un espace de confiance sans confiance, ceux-ci s'avèrent insuffisants sans la création d'un collectif piloté par une tierce partie (Saucède & Fenneteau 2017; Badr et al. 2018; Mülken 2018).

Plus précisément, dans le cas d'une *blockchain* « mono acteur », l'acteur pivot construit ses propres outils, ses propres procédures, ses propres contrôles afin d'inciter les membres de la *blockchain* à répondre à ses exigences, en particulier en termes de traçabilité. La technologie *blockchain* déployée doit alors produire une preuve irréfutable qui fait office de lien de confiance entre les acteurs de la filière et un client final exigeant de la transparence. Cependant, indépendamment même de cela, un espace de confiance s'instaure également avec les membres impliqués car des relations à long terme se déploient pour que le projet initié perdure (Pham 2018; Yiannas 2018; Lacity & Van Hoek 2021).

Quant au cas du consortium, l'espace de confiance se construit entre les membres de ce dernier grâce aux technologies favorisant la surveillance des contrats par l'automatisation des *smart-contracts* et des algorithmes de consensus, mais aussi par la présence d'une double régulation : (i) une régulation réalisée par une société informatique assurant le bon fonctionnement de la plateforme (ii) et une régulation par des instances de décision mise en place par les membres du consortium (Montecchi, Plangger, et Etter 2019; Howson 2020; Brookbanks et Parry 2022). Pour résumer ce point, la confiance résulte de la construction d'un acteur pivot dans la *blockchain* mono-acteur, tandis qu'elle provient d'une dynamique relationnelle entre différents acteurs aux intérêts communs dans la *blockchain* de consortium.

Le profil d'adoption d'un type de blockchain. L'organisation verticale de certaines filières, comme les filières agroalimentaire, automobile ou aéronautique qui sont souvent regroupées autour d'un acteur pivot (Donada et Nogatchewsky 2008), favorise l'adoption du modèle de *blockchain* « mono-acteur » par le pivot. Cela permet à ce dernier de répondre à des problématiques de traçabilité exigées par le client final, la *blockchain* « mono-acteur » permettant une meilleure gestion de l'incertitude à la fois par l'intégration des données de la chaîne logistique de façon verticale, mais aussi par l'augmentation des contrôles grâce à l'utilisation d'outils comme les *smarts-contracts*. Ainsi, l'ensemble des relations de l'acteur pivot avec les acteurs de la filière impliqués s'inscrit dans un cadre très formalisé.

Au contraire, les *blockchain* de consortium se forment en raison de la prise de conscience par les acteurs d'un même secteur qu'ils font face à des incertitudes identiques avec des enjeux commun comme la décentralisation de la donnée, la mutualisation de savoir-faire et la possibilité de se développer sur de nouveaux marchés de leurs secteurs. Ils vont se mettre d'accord sur les fondamentaux du modèle envisagé, fondamentaux qui sont la conséquence de relations et d'échanges préexistants. Le projet est de ce fait le résultat de processus préalables de rapprochements. La *blockchain* de consortium représente alors une formalisation des accords entre plusieurs acteurs de façon horizontale sous l'impulsion d'un acteur tiers, suivant ce que prévoyait déjà Ménard (2012) dans la description « *des formes hybrides constituées d'alliances stratégiques, où il y a mise en commun d'actifs spécifiques* ». Les actifs spécifiques de la *blockchain* sont ici mis en commun.

Ainsi, les actifs spécifiques sont conservés par l'acteur pivot dans la *blockchain* « mono-acteur », alors qu'ils sont mis en commun dans la *blockchain* de consortium. Cette dernière est ainsi la réalisation d'une forme hybride par la mise en commun d'un actif spécifique, alors que la *blockchain* « mono acteur » est une forme de centralisation stratégique, donc de « hiérarchisation » de la part d'un acteur pivot.

Le pilotage selon le projet blockchain envisagé

Dans une *blockchain* « mono acteur », comme le montrent les tableaux 1 et 2, la *blockchain* est pilotée par l'acteur pivot ; les conflits susceptibles d'apparaître sont gérés par cet acteur dominant. En revanche, dans une *blockchain* de consortium, le pilotage est assuré par le groupement d'entreprises impliquées dans le projet. Ce groupement apporte des réponses aux conflits éventuels susceptibles d'apparaître lors du fonctionnement. Dans les deux types de *blockchain*, un ESN (Entreprise de Service Numérique), qu'il soit éditeur de la solution ou intégrateur de celle-ci, est sollicité pour les aspects techniques (création de la *blockchain*, déploiement de celle-ci...). Dans le cas du groupement, il est susceptible d'influencer les décisions ; il peut orienter les discussions de manière à faciliter les processus d'harmonisation des systèmes et réduire le coût de certaines solutions (Fabbe-Costes 2010). En tant que tierce

partie, il va garantir le respect des procédures entre acteurs concurrents et la confidentialité des données, ce qui va favoriser la création des relations de confiance entre acteurs, à travers leurs outils technologiques, comme l'envisageait Fabbe-Costes (2000) dès les années 2000 : « *Ces SIC (Systèmes d'Information et de Communication) « étendus » contribuent à accroître la confiance entre les partenaires qui peuvent ainsi apporter la preuve du respect de leur engagements ; ils ouvrent la voie à de nouveaux modes de fonctionnement « en réseau » où l'interactivité et la « transparence régulée » sont indispensables* ». Sa fonction de « facilitateur » est aussi susceptible de donner à l'ESN un pouvoir de gestion des droits d'accès à la *blockchain* de consortium en construction.

Pour résumer ce point, la question de l'influence de l'ESN ne se pose pas vraiment dans la *blockchain* mono-acteur car l'acteur pivot utilise cet éditeur comme un simple prestataire ; il s'appuie sur ses propres ressources. Dans la *blockchain* de consortium, l'ESN a par contre un rôle de facilitateur technique et relationnel.

Les mécanismes de coordination et de contrôle. Il ressort de nos résultats que la différence entre les deux types d'organisations *blockchain* va résider également dans les mécanismes de coordination et/ou de contrôle privilégiés. Ils vont favoriser la centralisation/décentralisation de la structure de décision pilotant les relations interentreprises (Baudry 2005; Ménard 2012; Galvez, Mejuto, et Simal-Gandara 2018). Dans une *blockchain* « mono acteur », la priorité va ainsi être mise sur l'infrastructure du système d'information dans une logique verticale, ce qui permet la mise en place d'une structure de décision centralisée ; une équipe multi-compétences issue de l'organisation de l'acteur pivot va, par exemple se charger de gérer les interfaces informationnelles avec les acteurs de la filière (Reix et al. 2016, 253). Dans une *blockchain* de consortium, par contre, la décentralisation va être à l'œuvre et impliquer la mise en place d'une entité de décision multipartites, appelée aussi « key management », dont le rôle va être par exemple de distribuer les autorisations d'intervention sur la *blockchain* et de valider de nouveaux *smart*-contrats ou des blocs de transactions (Mölken 2018; Bodkhe et al. 2020). Ce rôle peut également être confié à un organisme tiers de type ESN , ce qui peut apparaître

comme une vision novatrice de ce que peut apporter une technologie *blockchain* (Galvez, Mejuto, et Simal-Gandara 2018). Dans une volonté de sécurisation de la relation dans un espace de confiance, en effet, certains acteurs d'une chaîne logistiques pourraient rechercher l'appartenance à un réseau ou à une place de marché, matérialisé par une plateforme. Par ailleurs, 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...) se trouvent renforcés par les aspects de sécurité et de valeurs probantes apportés par l'intégration de la *blockchain* dans les systèmes d'information (Korpela, Hallikas, et Dahlberg 2017; Queiroz, Telles, et Bonilla 2019). Le contrôle des conditions ex-ante et ex-post assurés par les *smart*-contrats, les algorithmes de consensus, l'unité autonome de surveillance confèrent au système d'information qu'est la *blockchain* un avantage stratégique dans un environnement où la preuve apportée a plus d'importance que l'appartenance propre à un réseau (Harvey et al. 2018).

Pour résumer ce point, ces problématiques de mécanismes de coordination et/ou de contrôle correspondent finalement à deux stratégies de gestion de l'information en réponse aux incertitudes auxquelles les acteurs d'une chaîne logistique sont confrontés (Spalanzani & Evrard Samuel 2006). Dans le cas d'une *blockchain* « mono acteur », l'acteur pivot, conscient de son rôle fondamental dans le maintien de conditions de production correspondant à un cahier des charges commun, engage des dépenses en vue d'acquérir un moyen d'incitation destiné à l'ensemble d'une filière. Dans une *blockchain* de consortium, au contraire, les acteurs vont d'eux-mêmes collaborer sur des éléments communs, car ils doivent faire face à plusieurs incertitudes identiques - exigences sanitaires de la filière, apparition de nouveaux entrants (les plateformes de notation par exemple), sollicitations des consommateurs sur la connaissance de l'origine des produit...- qu'une gestion commune va permettre de mieux piloter, tout en minimisant les coûts. Ils vont demeurer néanmoins en compétition sur des aspects différenciants qui peuvent être des services associés, des prix, l'obtention de marché, etc... La *blockchain* de consortium s'apparente ainsi à un regroupement horizontal, que l'on peut assimiler à une plateforme de coopération (Narayan et Tidström 2020).

Identification d'un nouvel actif spécifique. Nous avons souligné dans la partie 1 que la technologie *blockchain*, grâce aux outils qu'elle mobilise (algorithmes de consensus et les *smart-contracts*), se révèle être un actif spécifique (Berg et al. 2018). Nos résultats montrent qu'un autre actif spécifique peut être mis en évidence pour les deux types de *blockchain* : celui lié à la réputation de l'entreprise. « ...c'est un actif important lorsque les biens et les services véhiculent de fortes asymétries d'information. Pouvant être désigné comme un condensé d'information sur l'entreprise, son histoire et sa culture, le capital réputation permet en effet de minimiser les risques liés au caractère incomplet d'un contrat. » (Boissin 1999). Pour une *blockchain* « mono acteur », cet actif spécifique peut agir de deux manières : i) au niveau *BtoB*, en garantissant à l'acteur pivot les bonnes conditions de réalisation des opérations logistiques et le respect du cahier des charges imposé aux autres acteurs ; ii) au niveau *BtoC*, en fournissant au consommateur la preuve du respect du cahier des charges de façon très concrète (film des producteurs, éleveurs en amont d'une filière agricole par exemple) . Pour une *blockchain* de consortium, l'actif spécifique de réputation va également pouvoir agir de deux manières : au niveau *BtoB* en favorisant l'accès à un nouveau marché ; au niveau *BtoC*, en constituant un levier de communication qui profite à l'ensemble des acteurs.

Implications managériales

Nos résultats montrent qu'une *blockchain* « mono acteur » répond au besoin d'un acteur pivot dont la stratégie est d'étendre sa gestion des process de traçabilité à l'ensemble d'une filière, afin de répondre aux exigences de transparence du consommateur. Ce faisant, elle implique une méthode incitative particulière qui s'appuie sur un ensemble de connaissances et procédures commun à un groupe d'acteurs. La *blockchain* peut donc être assimilée à un Système Inter Organisationnel (SIO), dont on peut se poser la question, à la suite de Bernasconi (1996), s'il constitue un réel avantage concurrentiel durable pour l'acteur pivot ? Cela nous semble effectivement le cas pour deux raisons principales. Cette *blockchain* permet de renforcer l'image de marque de l'entreprise initiatrice du projet *blockchain* en apportant, par exemple, la preuve de la conformité réglementaire des produits tracés ; cela peut ainsi permettre d'atténuer

d'éventuels chocs liés à des crises sanitaires ou à des communications plutôt négatives via des plateformes de notation. Elle permet également à l'acteur pivot d'avoir une gestion de ses données beaucoup plus efficace : la technologie *blockchain* ne fait, en effet, pas que « tracer » un produit, elle en définit les droits -droit de propriété, droit d'usage et droit d'exploitation-, et autorise en outre un archivage constant et immuable des opérations menées.

La *blockchain* de consortium permet, quant à elle, de diminuer les effets de barrière liés aux silos de données que constituent chaque entreprise. Elle fonctionne ainsi comme une « bande passante » entre les différentes entreprises membres du « consortium ». Les technologies *blockchain* utilisées permettent ainsi l'utilisation de méthodes de partage de données avancées sur un périmètre qui va au-delà du rang le plus proche de la chaîne logistique ; elles offrent la possibilité de suivre l'ensemble de cette dernière. Les applications qui en découlent permettent, par exemple, de limiter les gaspillages, les sur-stocks ou les problèmes de coordination de transport, mais aussi d'éliminer des intermédiaires parfois coûteux. De façon plus étendue que dans la *blockchain* « mono acteur », la *blockchain* de consortium opère une répartition des droits liés à la donnée et par voie de conséquence à la ressource partagée. Ainsi, dans un secteur comme le secteur de l'alimentaire qui doit d'ores et déjà faire face aux défis environnementaux, le partage de la donnée devrait favoriser une meilleure exploitation des ressources.

Ces deux modes de *blockchain* impliquent, toutefois, l'inconvénient d'entraîner les co-contractants dans un « lock-in relationnel » (Garrette et Dussauge 1991). Cet enfermement a été très peu évoqué par les acteurs de notre étude de cas. Lors de la création d'une *blockchain* « mono acteur », l'acteur pivot crée un lien indéfectible avec ses fournisseurs et ces derniers sont ainsi emprisonnés dans cette relation ; l'acteur pivot l'est cependant tout autant car en cas de mécontentement vis-à-vis d'un fournisseur, il devra dépenser à nouveau une somme importante pour établir le même type de relation avec un autre fournisseur. Ce phénomène de lock-in est également présent dans les *blockchain* de consortium, et cela pour deux raisons : la première est liée à l'emploi de la technologie *blockchain* ; cette dernière reposant sur le principe

de l'immutabilité, il est ainsi difficile d'effacer des données inscrites dans le registre (pas de droit à l'oubli) et de supprimer un acteur dont une action serait programmée dans un *smart-contrat* (pas de droit de fin d'exécution). La deuxième raison découle de la gestion même de la décision : adhérer à une *blockchain* de consortium implique d'accepter de faire partie d'un espace de dialogue avec ses concurrents, ou avec ses clients et/ou fournisseurs, et de prendre des décisions communes ; à l'inverse quitter ou ne pas adhérer à un consortium *blockchain* engendre le risque que des décisions contraires à ses propres intérêts soient prises à son insu. C'est pourquoi, les membres d'une *blockchain* de consortium, même s'ils sont concurrents, se retirent rarement d'une *blockchain* à laquelle ils appartiennent. A noter toutefois, qu'une possibilité pour limiter les problèmes de confidentialité des échanges ou des processus et de *lock-in* liés aux deux types de *blockchain* est de mobiliser les réseaux secondaires des *blockchain* publiques Bitcoin ou Ethereum (appelés aussi « off-chain »), afin de ne partager que les preuves des transactions effectuées (Dujak & Sajter 2019; López-Pimentel et al. 2020). Celles-ci sont vérifiables sur simple consultation de la *blockchain* publique ; entre l'appartenance à une *blockchain* de consortium ou une *blockchain* « mono acteur », de nouvelles applications *blockchain* plus souples sont donc également potentiellement envisageables pour la supply chain.

Conclusion et perspectives

L'objectif de notre travail était de questionner les enjeux et les conséquences des deux modes de gouvernance favorisés par les *blockchain* de consortium et de type « mono acteur » au sein des chaînes logistiques. En nous appuyant sur une étude de cas, nous révélons que la technologie *blockchain*, quel que soit le mode de gouvernance envisagé, favorise la construction d'un espace de confiance par le biais de trois instruments : les algorithmes de consensus, les *smart-contrats* et le déploiement de règles communes entre acteurs impliqués piloté par un régulateur. Il ressort aussi de notre travail qu'un des éléments différenciant entre les *blockchain* « mono acteur » et les *blockchain* de consortium concerne les mécanismes de coordination/contrôle qui vont favoriser une centralisation/décentralisation des structures de

décision pilotant les relations inter-organisationnelles. Ce choix va dépendre, en particulier, des stratégies de gestion de l'information favorisées par les acteurs en réponse aux incertitudes environnementales et comportementales auxquelles ils sont confrontés. Nos travaux mettent également en lumière que si la technologie *blockchain* est susceptible d'être un actif spécifique favorisant la coordination, elle peut aussi d'être un actif spécifique favorisant l'image de marque des acteurs impliqués dans le projet. Enfin, nos travaux soulignent également que les entreprises doivent bien être conscientes qu'un lock-in relationnel est susceptible d'exister quelle que soit l'organisation *blockchain* envisagée (en dehors du mode d'utilisation « off-chain » expliquée précédemment) ; par ailleurs si la technologie *blockchain* porte sur les données intangibles d'un contrat, la difficulté va également résider dans la définition des données à décentraliser et dans les moyens à mettre en place pour coordonner les flux logistiques.

Le travail mené n'est toutefois pas exempt de limites ; l'analyse de ces dernières nous permet de dresser des pistes de recherches complémentaires. Tout d'abord, notre travail se base sur une seule étude de cas : il serait de ce fait intéressant de confronter le cas étudié à d'autres études empiriques. De plus, le nombre d'entretiens menés s'avère limité et ces derniers ne concernent que le distributeur et un éditeur de solution ; afin de mieux appréhender les interactions entre les acteurs impliqués dans l'organisation commune créée, le témoignage de l'industriel pourrait être étudié, dans une perspective de dyade (Industriel - Distributeur). Ensuite, notre étude ne s'intéresse qu'à un seul secteur d'activité : il serait intéressant d'analyser les pratiques de différents secteurs afin de déterminer les facteurs particuliers incitant à développer une *blockchain* de consortium ou une *blockchain* « mono acteur ». Enfin, nous avons choisi de mobiliser la théorie des coûts de transaction comme cadre conceptuel ; d'autres travaux pourraient être envisagés à partir d'autres cadres théoriques, comme par exemple la théorie de l'agence, qui permettrait d'analyser les relations entre un donneur d'ordres déléguant contractuellement un certain nombre d'opérations auprès de fournisseurs en s'appuyant sur la

technologie *blockchain*. Dans ce type de relation se poserait notamment la question des modalités de construction d'un système de confiance basée sur la technologie *blockchain*.

Références

- Aberdeen, Trudie. 2013. « Yin, R. K. (2009). Case Study Research: Design and Methods (4th Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. » *The Canadian Journal of Action Research* 14 (1): 69-71. <https://doi.org/10.33524/cjar.v14i1.73>.
- Acquier, Aurélien, Valentina Carbone, et David Massé. 2017. « À quoi pensent les institutions ? » *Revue française de gestion* N° 265 (4): 25-50.
- Alawi, Batoool, Muneer Mohammed Saeed Al Mubarak, et Allam Hamdan. 2022. « Blockchain evaluation framework for supply chain management: a decision-making approach ». *Supply Chain Forum: An International Journal* 0 (0): 1-15. <https://doi.org/10.1080/16258312.2021.1996862>.
- Allen, Darcy W. E., Alastair Berg, et Brendan Markey-Towler. 2018. « Blockchain and Supply Chains: V-Form Organisations, Value Redistributions, De-Commoditisation and Quality Proxies ». SSRN Scholarly Paper 3299725. Rochester, NY: Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3299725>.
- Allen, Darcy W. E., Chris Berg, Brendan Markey-Towler, Mikayla Novak, et Jason Potts. 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>.
- Aloui, Aymen, R Derrouiche, N Hamani, et L Delahoche. 2020. « Collaboration horizontale durable des reseaux de transport de marchandises: etat de l'art et perspectives ». In *13ème Conférence Internationale de Modélisation, Optimisation et Simulation (MOSIM'20)*. Agadir (on line), Morocco. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03028806>.
- Angelis, Jannis, et Elias Ribeiro da Silva. 2018. « Blockchain Adoption: A Value Driver Perspective ». *Business Horizons*, décembre. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.12.001>.
- Arruñada, Benito, et Luis Garicano. 2018. « Blockchain: The Birth of Decentralized Governance ». 1038. *Working Papers*. Working Papers. Barcelona Graduate School of Economics. <https://ideas.repec.org/p/bge/wpaper/1038.html>.
- Atzori, Marcella. 2015. « Blockchain Technology and Decentralized Governance: Is the State Still Necessary? » SSRN Scholarly Paper ID 2709713. Rochester, NY: Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2709713>.
- Badr, Bellaj, Richard Horrocks, et Xun (Brian) Wu. 2018. *Blockchain by Example: A Developer's Guide to Creating Decentralized Applications Using Bitcoin, Ethereum, and Hyperledger*. <http://proquest.safaribooksonline.com/?fpi=9781788475686>.
- Bahga, Arshdeep, et Vijay Madiseti. 2017. *Blockchain Applications: A Hands-On Approach*. VPT.
- Bajolle, Eddy, et Cécile Godé. 2021. « Blockchain et Relations Inter-Organisationnelles Dans La Supply Chain : Une Approche Par La Théorie de l'agence ». hal-03226731. *Post-Print*. Post-Print. HAL. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-03226731.html>.
- Baron, Richard, et Magali Chaudey. 2019. « Blockchain and Smart-contract: a pioneering Approach of inter-firms Relationships? The case of franchise networks ». <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02111603>.
- Bashir, Imran. 2018. *Mastering Blockchain: Distributed Ledger Technology, Decentralization, and Smart Contracts Explained*. Second edition, Fully revised and Updated. Expert Insight. Birmingham Mumbai: Packt.
- Baudry, Bernard. 2005. *L'économie des relations interentreprises*. Repères Économie. La Découverte.

- . 2006. « 6. L'impact des nouvelles relations de quasi-intégration sur la gestion de l'emploi des fournisseurs: la question des frontières de la firme ». In *Les nouvelles frontières du travail subordonné*, 121-46. La Découverte.
- Beck, Roman, Christoph Müller-Bloch, et John King. 2018. « Governance in the Blockchain Economy: A Framework and Research Agenda ». *Journal of the Association for Information Systems* 19 (10). <https://aisel.aisnet.org/jais/vol19/iss10/1>.
- Berg, Chris, Sinclair Davidson, et Jason Potts. 2018. « Blockchains as Constitutional Orders ». In *James M. Buchanan: A Theorist of Political Economy and Social Philosophy*, édité par Richard E. Wagner, 383-97. Remaking Economics: Eminent Post-War Economists. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03080-3_18.
- . 2019. *Understanding the blockchain economy: an introduction to institutional cryptoeconomics*. New horizons in institutional and evolutionary economics series. Northampton: Edward Elgar Publishing.
- Bodkhe, Umesh, Sudeep Tanwar, Karan Parekh, Pimal Khanpara, Sudhanshu Tyagi, Neeraj Kumar, et Mamoun Alazab. 2020. « Blockchain for Industry 4.0: A Comprehensive Review ». *IEEE Access* 8: 79764-800. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988579>.
- Boissin, Olivier. 1999. « La construction des actifs spécifiques : une analyse critique de la théorie des coûts de transaction ». *Revue d'économie industrielle* 90 (1): 7-24. <https://doi.org/10.3406/rei.1999.1761>.
- Boissinot, Aline. 2010. « L'influence de l'asymétrie d'information entre chargeur et prestataires de services logistiques dans l'industrie automobile ». *Logistique & Management* 18 (2): 85-96. <https://doi.org/10.1080/12507970.2010.11516971>.
- Brookbanks, Mike, et Glenn Parry. 2022. « The impact of a blockchain platform on trust in established relationships: a case study of wine supply chains ». *Supply Chain Management: An International Journal* ahead-of-print (ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/SCM-05-2021-0227>.
- Caseau, Yves, et Serge Soudoplatoff. 2016. *La blockchain, ou la confiance distribuée*. Fondation pour l'innovation politique.
- Chang, Shuchih E., et Yichian Chen. 2020. « When Blockchain Meets Supply Chain: A Systematic Literature Review on Current Development and Potential Applications ». *IEEE Access* 8: 62478-94. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2983601>.
- Chen, Weifeng, David Botchie, Ashley Braganza, et Hongdan Han. 2022. « A Transaction Cost Perspective on Blockchain Governance in Global Value Chains ». *Strategic Change* 31 (1): 75-87. <https://doi.org/10.1002/jsc.2487>.
- Choi, Tsan-Ming. 2020. « Supply Chain Financing Using Blockchain: Impacts on Supply Chains Selling Fashionable Products ». *Annals of Operations Research*, avril. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03615-7>.
- Chouli, Billal, Yves-Michel Leporcher, et Frédéric Goujon. 2017. *Les blockchains: de la théorie à la pratique, de l'idée à l'implémentation*. St Herblain: Editions ENI.
- Christidis, Konstantinos, et Michael Devetsikiotis. 2016. « Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things ». *IEEE Access* 4: 2292-2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>.
- Claye-Puaux, Sophie, Jennifer Lazzeri, Béatrice Meurier, et Aurélien Rouquet. 2014. « Le rôle des pivots organisationnels dans l'intégration globale des supply chains ». *Logistique & Management* 22 (3): 27-37. <https://doi.org/10.1080/12507970.2014.11517060>.
- 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>.
- Cong, Lin William, et Zhiguo He. 2019. « Blockchain Disruption and Smart Contracts ». *The Review of Financial Studies* 32 (5): 1754-97. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz007>.
- Couzineau-Zegwaard, Elizabeth, et Olivier Meier. 2020. « L'évolution de la fonction Supply Chain au sein de la gouvernance d'entreprise au prisme de « l'ambidextrie organisationnelle » ». *Projectics / Proyectica / Projectique* 26 (2): 53-76.

- Davidson, Sinclair, Primavera De Filippi, et Jason Potts. 2018. « Blockchains and the economic institutions of capitalism ». *Journal of Institutional Economics* 14 (4): 639-58. <https://doi.org/10.1017/S1744137417000200>.
- Donada, Carole, et Gwenaëlle Nogatchewsky. 2008. « Partenariat, vassalité, marché et seigneurie : 4 configurations de contrôle client-fournisseur ». *Comptabilité Contrôle Audit* 14 (1): 145-68. <https://doi.org/10.3917/cca.141.0145>.
- Duan, Jiang, Chen Zhang, Yu Gong, Steve Brown, et Zhi Li. 2020. « A Content-Analysis Based Literature Review in Blockchain Adoption within Food Supply Chain ». *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (5): 1784. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051784>.
- Dubuisson-Quellier, Sophie. 2018. « From moral concerns to market values: How political consumerism shapes markets ».
- Dujak, Davor, et Domagoj Sajter. 2019. « Blockchain Applications in Supply Chain ». In *SMART Supply Network*, édité par Arkadiusz Kawa et Anna Maryniak, 21-46. EcoProduction. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91668-2_2.
- Dumas, Jean-Guillaume. 2018. *Les blockchains en 50 questions: comprendre le fonctionnement et les enjeux de cette technologie innovante*. Malakoff: Dunod.
- Eisenhardt, Kathleen M. 1989. « Building theories from case study research ». *Academy of management review* 14 (4): 532-50.
- Ellram, Lisa M. 1991. « Supply-Chain Management: The Industrial Organisation Perspective ». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 21 (1): 13-22. <https://doi.org/10.1108/09600039110137082>.
- Fabbe-Costes, Nathalie. 2000. « Le rôle transformatif des SIC et TIC sur les interfaces multi-acteurs de la distribution et de la logistique », Chapitre 9, p.171.
- . 2010. *Réussir l'intégration des chaînes logistiques*. Ed. Techniques Ingénieur.
- Flori, Jean-Pierre. 2017. « Sécurité et insécurité de la blockchain et des smart contracts ». *Annales des Mines - Realites industrielles* Août 2017 (3): 98-101.
- Galvez, Juan F., J. C. Mejuto, et J. Simal-Gandara. 2018. « Future Challenges on the Use of Blockchain for Food Traceability Analysis ». *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 107 (octobre): 222-32. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.011>.
- Garrette, Bernard, et Pierre Dussauge. 1991. « Alliances stratégiques: mode d'emploi ». *Revue française de gestion* 85: pp-4.
- Ghertman, Michel. 2004. *Stratégie de l'entreprise : théories et actions*. Collection Gestion. Série Politique générale, finance et marketing. Economica.
- Gummesson, Evert. 2000. *Qualitative Methods in Management Research*. SAGE.
- Halldorsson, Arni, Herbert Kotzab, Juliana H. Mikkola, et Tage Skjøtt-Larsen. 2007. « Complementary Theories to Supply Chain Management ». *Supply Chain Management: An International Journal* 12 (4): 284-96. <https://doi.org/10.1108/13598540710759808>.
- Harvey, Campbell R., Christine Moorman, et Marc Toledo. 2018. « How Blockchain Can Help Marketers Build Better Relationships with Their Customers ». *Harvard Business Review Digital Articles*, 6-13.
- Hofmann, Erik, Urs Magnus Strewe, et Nicola Bosia. 2018. *Supply Chain Finance and Blockchain Technology: The Case of Reverse Securitisation*. SpringerBriefs in Finance. Cham: Springer.
- Howson, Peter. 2020. « Building Trust and Equity in Marine Conservation and Fisheries Supply Chain Management with Blockchain ». *Marine Policy* 115 (mai): 103873. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103873>.
- Hughes, Laurie, Yogesh K. Dwivedi, Santosh K. Misra, Nripendra P. Rana, Vishnupriya Raghavan, et Viswanadh Akella. 2019. « Blockchain Research, Practice and Policy: Applications, Benefits, Limitations, Emerging Research Themes and Research Agenda ». *International Journal of Information Management* 49 (décembre): 114-29. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.005>.

- Irannezhad, Elnaz. 2020. « Is Blockchain a Solution for Logistics and Freight Transportation Problems? » *Transportation Research Procedia*, Recent Advances and Emerging Issues in Transport Research – An Editorial Note for the Selected Proceedings of WCTR 2019 Mumbai, 48 (janvier): 290-306. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.023>.
- Isaac, Henri. 2021. « Numérique et confiance ». *Annales des Mines - Enjeux Numériques*, n° 13: 12-16.
- Jabbar, Sohail, Huw Lloyd, Mohammad Hammoudeh, Bamidele Adebisi, et Umar Raza. 2021. « Blockchain-Enabled Supply Chain: Analysis, Challenges, and Future Directions ». *Multimedia Systems* 27 (4): 787-806. <https://doi.org/10.1007/s00530-020-00687-0>.
- Jaoued-Abassi, Leyla, et Christine Gonzalez. 2017. « Le consommateur face à l'écologie : indifférent, réactant ou sensible ? » In . <https://hal.science/hal-01513786>.
- Jensen, Thomas, Jonas Hedman, et Stefan Henningsson. 2019. « How TradeLens Delivers Business Value With Blockchain Technology ». *MIS Quarterly Executive* 18 (4): 221-43. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00018>.
- Kabwende, Charles Nelson. 2021. « Security Requirements for the Application of Blockchain Technology in the Mining Industry: Supply Chain Area ». <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18661.93921>.
- Karaa, Meriam. 2022. « La blockchain au service de la traçabilité de l'huile d'olive : cas d'une entreprise tunisienne ». *Logistique & Management* 30 (4): 142-55. <https://doi.org/10.1080/12507970.2022.2133747>.
- Kim, Henry, et Marek Laskowski. 2017. « A perspective on blockchain smart contracts: reducing uncertainty and complexity in value exchange ». In *2017 26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)*, 1-6. IEEE.
- Kin, Vichara, François Jan, Marie-Pascale Senkel, et Serge Bonnaud. 2018. « Blockchain et SCM : repenser la collaboration, la confiance et le pouvoir dans la supply chain. » In . Paris, France.
- Korpela, Kari, Jukka Hallikas, et Tomi Dahlberg. 2017. « Digital Supply Chain Transformation toward Blockchain Integration ». In . <http://hdl.handle.net/10125/41666>.
- Kshetri, Nir. 2018. « 1 Blockchain's Roles in Meeting Key Supply Chain Management Objectives ». *International Journal of Information Management* 39 (avril): 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>.
- Kummer, Sebastian, David M. Herold, Mario Dobrovnik, Jasmin Mikl, et Nicole Schäfer. 2020. « A Systematic Review of Blockchain Literature in Logistics and Supply Chain Management: Identifying Research Questions and Future Directions ». *Future Internet* 12 (3): 60. <https://doi.org/10.3390/fi12030060>.
- Lacity, Mary C., et Remko Van Hoek. 2021. « How Walmart Canada Used Blockchain Technology to Reimagine Freight Invoice Processing ». *MIS Quarterly Executive* 20 (3): 219-33. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00050>.
- Laforet, Lisa, et Gisèle Mendy-Bilek. 2020. « Blockchain: an inter-organizational innovation likely to transform Supply Chain. » In . Le Havre.
- Lecocq, François. 2019. « Les géants de l'alimentaire ont déjà riposté ». *CosmetiqueMag*, n° 201 (janvier): 15-15.
- Lesueur-Cazé, Mathieu, Laurent Bironneau, Gulliver Lux, et Thierry Morvan. 2022. « Réflexions sur les usages de la blockchain pour la logistique et le Supply Chain Management : une approche prospective ». *Revue Française de Gestion Industrielle* 36 (1): 60-82. <https://doi.org/10.53102/2022.36.01.917>.
- Lewis, Rebecca, John W. McPartland, et Rajeev Ranjan. 2017. « Blockchain and Financial Market Innovation ». *Economic Perspectives* 41 (7): 1-17.
- Liao, Da-Yin, et Xuehong Wang. 2018. « Applications of Blockchain Technology to Logistics Management in Integrated Casinos and Entertainment ». *Informatics* 5 (4): 44. <https://doi.org/10.3390/informatics5040044>.

- López-Pimentel, Juan Carlos, Omar Rojas, et Raúl Monroy. 2020. « Blockchain and off-chain: A Solution for Audit Issues in Supply Chain Systems ». In *2020 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)*, 126-33. <https://doi.org/10.1109/Blockchain50366.2020.00023>.
- Mandard, Matthieu. 2015. *Les réseaux inter-organisationnels*. Repères Gestion 1656. Paris: La Découverte.
- Ménard, Claude. 2012. *L' économie des organisations*. 3. éd. entièrement refondue et mise à jour. Repères Économie 86. Paris: Découverte.
- Miles, Matthew B., et A. Michael Huberman. 2003. *Analyse des données qualitatives*. De Boeck Supérieur.
- Mölken, Robert van. 2018. *Blockchain across Oracle: Understand the Details and Implications of the Blockchain for Oracle Developers and Customers*. <http://proquest.safaribooksonline.com/?fpi=9781788474290>.
- Montecchi, Matteo, Kirk Plangger, et Michael Etter. 2019. « It's Real, Trust Me! Establishing Supply Chain Provenance Using Blockchain ». *Business Horizons* 62 (3): 283-93. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.008>.
- Murray, Alex, Scott Kuban, Matt Josefy, et Jon Anderson. 2021. « Contracting in the Smart Era: The Implications of Blockchain and Decentralized Autonomous Organizations for Contracting and Corporate Governance ». *Academy of Management Perspectives* 35 (4): 622-41. <https://doi.org/10.5465/amp.2018.0066>.
- Narayan, Rummy, et Annika Tidström. 2020. « Tokenizing Coopetition in a Blockchain for a Transition to Circular Economy ». *Journal of Cleaner Production* 263 (août): 121437. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121437>.
- Narwane, Vaibhav S., Rakesh D. Raut, Sachin Kumar Mangla, Manoj Dora, et Balkrishna E. Narkhede. 2021. « Risks to Big Data Analytics and Blockchain Technology Adoption in Supply Chains ». *Annals of Operations Research*, novembre. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04396-3>.
- Notheisen, Benedikt. 2017. « HYPE – TOWARDS A BLOCKCHAIN MARKET ENGINEERING APPROACH ». In .
- Paché, Gilles, et Claude Paraponaris. 2006. « L'entreprise en réseau: approches inter et intra-organisationnelles », 180.
- Paillé, Pierre, et Alex Mucchielli. 2019. *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Malakoff: Armand Colin.
- Park, Arim, et Huan Li. 2021. « The Effect of Blockchain Technology on Supply Chain Sustainability Performances ». *Sustainability* 13 (4): 1726. <https://doi.org/10.3390/su13041726>.
- Peltoniemi, Teijo, et Jarkko Ihalainen. 2019. « Evaluating Blockchain for the Governance of the Plasma Derivatives Supply Chain: How Distributed Ledger Technology Can Mitigate Plasma Supply Chain Risks ». *Blockchain in Healthcare Today*, mai. <https://doi.org/10.30953/bhty.v2.107>.
- Perboli, Guido, Stefano Musso, et Mariangela Rosano. 2018. « Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases ». *IEEE Access* 6: 62018-28. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2875782>.
- Pham, Hanh. 2018. « The Impact of Blockchain Technology on the Improvement of Food Supply Chain Management: Transparency and Traceability : A Case Study of Walmart and Atria ». Fi=AMK-opinnäytetyö|sv=YH-examensarbete|en=Bachelor's thesis|. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. 2018. <http://www.theseus.fi/handle/10024/157299>.
- Queiroz, Maciel M, Renato Telles, et Silvia H Bonilla. 2019. « Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature ». *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Reix, Robert, Bernard Fallery, Michel Kalika, et Frantz Rowe. 2016. *Systèmes d'information et management*. 7e éd. Gestion. Paris: Vuibert.
- Saucède, Florent, et Hervé Fenneteau. 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*, 49-55. Droits, pouvoirs et sociétés. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-01984296.html>.
- Saussier, Stéphane, et Anne Yvrande-Billon. 2007. *Économie des coûts de transaction*. Paris: La Découverte.
- Schmidt, Christoph G., et Stephan M. Wagner. 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>.
- Senkel, Marie-Pascale, Bruno Durand, et Thi le Hoa Vo. 2013. « La mutualisation logistique: entre théories et pratiques ». *Logistique & Management* 21 (1): 19-30. <https://doi.org/10.1080/12507970.2013.11517006>.
- Soutjis, Bastien. 2020. « The new digital face of the consumerist mediator: the case of the 'Yuka' mobile app ». *Journal of Cultural Economy* 13 (1): 114-31. <https://doi.org/10.1080/17530350.2019.1603116>.
- Spalanzani, Alain, et Karine Evrard Samuel. 2006. « L'absorption de l'incertitude dans la chaîne logistique : passé, présent et futurs ». *Logistique & Management* 14 (2): 38-51. <https://doi.org/10.1080/12507970.2006.11516864>.
- Spina, Gianluca, Federico Caniato, Davide Luzzini, et Stefano Ronchi. 2016. « Assessing the Use of External Grand Theories in Purchasing and Supply Management Research ». *Journal of Purchasing and Supply Management* 22 (1): 18-30. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2015.07.001>.
- Sulkowski, Adam. 2018. « Blockchain, Business Supply Chains, Sustainability, and Law: The Future of Governance, Legal Frameworks, and Lawyers ». *Delaware Journal of Corporate Law* 43 (2): 303-46.
- Tapscott, Alex, et Don Tapscott. 2017. « How blockchain is changing finance ». *Harvard Business Review* 1.
- Tate, Wendy L., Kevin J. Dooley, et Lisa M. Ellram. 2011. « Transaction Cost and Institutional Drivers of Supplier Adoption of Environmental Practices ». *Journal of Business Logistics* 32 (1): 6-16. <https://doi.org/10.1111/j.2158-1592.2011.01001.x>.
- Treiblmaier, Horst. 2018. « The Impact of the Blockchain on the Supply Chain: A Theory-Based Research Framework and a Call for Action ». *Supply Chain Management*, 16.
- Wang, Yingli, Meita Singgih, Jingyao Wang, et Mihaela Rit. 2019. « Making Sense of Blockchain Technology: How Will It Transform Supply Chains? ». *International Journal of Production Economics* 211 (mai): 221-36. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.002>.
- Wendler-Bosco, Vera, et Charles Nicholson. 2020. « Port disruption impact on the maritime supply chain: a literature review ». *Sustainable and Resilient Infrastructure* 5 (6): 378-94. <https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1600961>.
- Wilding, Richard, et Andrew S. Humphries. 2006. « Understanding Collaborative Supply Chain Relationships through the Application of the Williamson Organisational Failure Framework ». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 36 (4): 309-29. <https://doi.org/10.1108/09600030610672064>.
- Williamson, Oliver E. 1975. *Markets and hierarchies, analysis and antitrust implications: a study in the economics of internal organization*. New York: Free Press.
- . 1991. « Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives ». *Administrative Science Quarterly* 36 (2): 269. <https://doi.org/10.2307/2393356>.
- . 1992. « Markets, hierarchies, and the modern corporation. An unfolding perspective ». *Journal of Economic Behavior and Organization* 17 (3): 335-335-52. [https://doi.org/10.1016/S0167-2681\(95\)90012-8](https://doi.org/10.1016/S0167-2681(95)90012-8).
- Williamson, Oliver E. 1994. *Les institutions de l'économie*. Paris: InterEditions.
- . 1996. *The mechanisms of governance*. Oxford University Press.
- Williamson, Oliver E. 2008. « Outsourcing: Transaction Cost Economics and Supply Chain Management* ». *Journal of Supply Chain Management* 44 (2): 5-16. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2008.00051.x>.

- Xu, Li Da, et Wattana Viriyasitavat. 2014. « A Novel Architecture for Requirement-Oriented Participation Decision in Service Workflows ». *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 10 (2): 1478-85. <https://doi.org/10.1109/TII.2014.2301378>.
- Xu, Xiwei, Qinghua Lu, Yue Liu, Liming Zhu, Haonan Yao, et Athanasios V. Vasilakos. 2019. « Designing Blockchain-Based Applications a Case Study for Imported Product Traceability ». *Future Generation Computer Systems* 92 (mars): 399-406. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.10.010>.
- Yiannas, Frank. 2018. « A New Era of Food Transparency Powered by Blockchain ». *Innovations: Technology, Governance, Globalization* 12 (1-2): 46-56. https://doi.org/10.1162/inov_a_00266.
- Yin, Robert K. 2009. *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE.

Annexe 1

Type de document	Date	Code document	Personne interviewée	Sujet	Durée	Type de document2	Source
Interview distributeur (ID1)	Mai 2019	ID1	DIDE	Interview	62 min	Retranscription audio	Primaire
Interview distributeur (ID2)	Mai 2019	ID2	DIDE	Interview	56 min	Retranscription audio	Primaire
Interview distributeur (ID3)	Nov 2019	ID3	DIDE	Interview	27 min	Retranscription audio	Primaire
Interview éditeur (IE1)	Janv 2020	IE1	DABE	Interview	27 min	Retranscription audio	Primaire
Interview éditeur (IE2)	Fév 2019	IE2	DABE	Interview	33 min	Retranscription audio	Primaire
Table ronde (Conf 1)	Fév 2019	CONF1	DIDE	Interview	65 min	Compte rendu et retranscription audio	Secondaire
Conférence (Conf 2)	Juin 2019	CONF2	DIDE	Interview	30 min	Retranscription audio	Secondaire
Conférence (Conf 3)	Juillet 2018	CONF3	PDG DIDE	PDG groupe distribution stratégie numérique du groupe de distribution	10 min	Retranscription audio	Secondaire
Conférence (Conf 4)	Fév 2019	CONF4	DIDE	Communication du groupe de distribution	25 min	Retranscription audio	Secondaire
Conférence (Conf 5)	Juillet 2018	CONF5	CTDE	Les coulisses techniques de la Blockchain du distributeur (Chief Technical Officer)	15 min	Retranscription audio	Secondaire
Conférence (Conf 6)	Mai 2021	CONF6	RBTBDE	Retour d'expérience de la blockchain chez le distributeur. Responsable B2B Blockchain Supply chain	25 min	Retranscription audio	Secondaire
Conférence (Conf 7)	Nov 2018	CONF7	DIDE	Interview : la blockchain du distributeur va-t-elle révolutionner la traçabilité DIDE	23 min	Retranscription audio	Secondaire
Document interne	Mars 2021	DOC1		Etude des cas d'usages types pour le distributeur, dans le supply chain management.		document étude	Secondaire
Document interne	Mars 2021	DOC2		Comparaison base de données traditionnelle et blockchain.		document étude	Secondaire
Document interne	Mars 2021	DOC3		Management de la donnée avec la blockchain.		document étude	Secondaire
Document interne	Mars 2021	DOC4		Transformation de la chaîne de valeur grâce à la blockchain.		document étude	Secondaire
Document interne	Mars 2021	DOC5		Management des smart contrats, renouvellement des contrats.		document étude	Secondaire
Document interne	Mars 2021	DOC6		Stratégie d'adoption et de déploiement de la blockchain du distributeur		document étude	Secondaire
Etude	Sept 2019	EXA1		Analyse de la blockchain de distributeur avec un expert blockchain	180 min	Rapport d'analyse	Secondaire
Article de Journal spécialisé	Janv 2018	JOUR1		Stratégie digitale à 5 ans du groupe de distribution PDG groupe de distribution		Article de journal	Secondaire
Article de Journal spécialisé	Janv 2018	JOUR2		2,8 milliards d'euros pour devenir omnicanal		Article de journal	Secondaire
Webinar	Avr 2019	WEB1		Traçabilité Alimentaire et Blockchain. Editeur de la solution Blockchain dont le distributeur est membre du consortium	56 min	Webinar - Retranscription audio	Secondaire
Interview spécialiste retail alimentaire ISA 8	Mai 2020	EXP1		Spécialiste Retail alimentaire Grande distribution	60 min	Interview - retranscription	Secondaire
Echange de mails	Sept 2019	EXP2		Echange avec experts ESN - Blockchain		Tchat mails	Secondaire
Création d'un prototype Blockchain	Fev 2018	EXP3		Hackathon Blockchain - Grande distribution - ESN	36h	production d'un prototype Blockchain suivi des œufs	Secondaire

DIDE : Directeur Innovation Distributeur Etudié ; DABE : Directeur Applications *blockchain* Editeur ; RBTBDE : Responsable Business To Business Distributeur Etudié ; PDGDIDE : Président Directeur Général du Directeur Innovation Distributeur Etudié ; CTDE : Chief Technical Distributeur Etudié ; ESN : Entreprise de Service Numérique

Chapitre 3

Blockchain in the organization of river transport, an agency theory approach

Article soumis le 27/01/2023, pour le congrès PROLOG, accepté le 03/03/2023 et présenté dans le cadre du congrès qui s'est tenu du 20 au 23/06/2023 à Luxembourg.

Blockchain in the organization of river transport, an agency theory approach

Mathieu Lesueur-Cazé^a

mathieu.lesueur@univ-rennes1.fr

Laurent Bironneau^a

laurent.bironneau@univ-rennes1.fr

Thierry Morvan^a

thierry.morvan@univ-rennes1.fr

^a Rennes University, CNRS, CREM – UMR 6211, Rennes, France

Blockchain in the organization of river transport, an agency theory approach

Much like the Internet at the end of the 20th century, blockchain can be considered as a major innovation of the 21st century. Blockchain technology helps to support approaches to supply chain management, in particular collaborative practices. Conflictual relationships can often undercut the latter, thereby representing a source of risk requiring the implementation of control and incentive mechanisms. In this context, the present article aims to answer the following question in the light of agency theory: How can we build blockchain solutions for which a high level of trust is not a pre-requisite while increasing the transparency of information within supply chains? Our analysis is based on action research conducted with a river network operator we refer to as Waterways Network Authority (WNA).

Keywords: Blockchain, agency theory, SCM

Blockchain in the organization of river transport, an agency theory approach

1. Introduction

A number of authors (Apte & Petrovsky, 2016; Chen et al., 2018; Queiroz & Fosso Wamba, 2019; Alkhudary, 2020; Dwivedi et al., 2020; Lesueur-Cazé et al., 2022) view blockchain as a major innovation in supply chain management. The technology is based on a distributed digital ledger that decentralizes data sharing (Chen et al., 2018; Dwivedi et al., 2020) and ensures the secure storage and transmission of information without any controlling authority (Li et al., 2018; Shafagh et al., 2017). A recorded transaction cannot be changed or deleted (principle of immutable records) since every transaction is verified and validated by the entire network before it is executed by way of so-called consensus algorithms. At the same time, blockchain offers a new approach to contracts through what are known as '*smart contracts*'

(Christidis & Devetsikiotis, 2016; Baron & Chaudey, 2019; Cong & He, 2019). These are irrevocable computer programs that operate from a set of predefined instructions, mutually agreed by the members, which provide proof of the operations conducted. The technologies help structures to manage their logistics flows by providing i) better visibility throughout the chain, ii) data security that improves information sharing, and iii) imported coordination between all actors involved (Bahga & Madiseti, 2017; Saucède & Fenneteau, 2017; Lesueur-Cazé et al., 2022). These are important factors when seeking to optimize network operations with regard to the classic issues usually encountered. While the actors in a supply chain network are expected to work together to ensure its smooth running, all actors continues to pursue their own interests (Claye-Puau et al., 2020, Handfield & Bechtel, 2002), so that relationships are complex. This is particularly true between clients who formally delegate a certain number of operations to their suppliers (Harland, 1996). Such relationships can thus be understood as interorganizational relations, such as principal-agent¹ relations (Mandard, 2015; Baudry, 2005), in other words, ties defined as agency relationships (C. Jensen & Meckling, 1976). These specific interorganizational relations occur in an environment of uncertainty and change, a context where information asymmetries are the rule, with the associated consequences of moral hazard, opportunism, divergent interests, additional costs, etc. (Bajolle and Godé, 2021; Medina et al., 2020; Treiblmaier, 2018; Fayezi et al., 2012). In such conditions, these agency relations are a source of risk as they may reflect mistrust between structures with diverging interests in a context of information asymmetry, encouraging the emergence of opportunistic behavior.

Such behavior requires the implementation of control mechanisms and incentives that indirectly promote trust in the transactional relationships between actors (Mandard, 2015). However, as Treiblmaier (2018) notes in his seminal paper on the impact of the blockchain on the supply chain, a question arises as to how to build a trust system based on blockchain technology. More specifically, blockchain reduces the complexity of the principal/agent relationship by rolling back information asymmetries and developing a system to validate exchanges in which mutual interest take precedence over divergences. Thus, we formulate the following question: How can blockchain solutions impact the principal/agent relationship within supply chains? To answer this question, we examine a case study through an intervention research project, adopting both normative and positive agency theories as an analytical framework. The former helps us to analyze the divergence of interests and resulting

¹ The term “principal” has been used throughout the text in reference what we refer to in other papers as the “client” as coined by Jensen and Meckling in their 1976 seminal paper

information asymmetries in the blockchain environment, while the latter allows us to study contract extension mechanisms and the incentives needed to alleviate cooperation issues. To this end, we analyze the impact of blockchain on supply chain management (SCM) in the light of normative and positive agency theories (1) and present an empirical study based on an action research project conducted with a river network authority (2), following which we advance several managerial implications emanating from the questions we raise (3).

2. Blockchain technologies, supply chains and agency theory

The most widely acknowledged definition of agency relationship is that of Jensen and Meckling (1976): “*We define an agency relationship as a contract under which one or more persons (the principal(s)) engage another person (the agent) to perform some service on their behalf which involves delegating some decision making authority to the agent.*” Subsequently, this type of agency relationship can be extended to any form of relationship. It thus becomes very general and “... covers any relationship between two individuals such that the situation of one depends on the other. The acting individual is the agent, the affected party is the principal” (Coriat and Weinstein, 2015).

Agency relationships can thus be analyzed from a dual observation: (i) the interests of the two parties diverge, and (ii) information asymmetries appear between the two parties. The asymmetries give rise to adverse selection issues when information asymmetry concerns product quality (Akerlof, 1978), and to moral hazard when it concerns the agent's behavior. These issues may provoke the opportunism of entities involved in the relationship. Opportunistic behavior generates agency costs (monitoring costs, clearance costs, and opportunity costs) as it implies setting up incentive and control systems borne by both parties. Thus, in normative agency theory, the principal must pay agency costs to limit information asymmetries. In addition, Positive Agency Theory (PAT) seeks to explain organizational forms as a means of resolving conflicts related to information asymmetry or, more precisely, as a means to reduce the costs incurred by the agency relationship in an uncertain environment. Thus, according to PAT, any organizational form can be explained by its capacity to reduce the cost of cooperation or to formulate a gain (Charreaux et al., 1999). This gain in cooperation reflects, above all, a gain in knowledge or information² that reduces residual costs (residual costs that are a function of the control costs for the principal).

² Jensen uses the terms knowledge and information interchangeably

In the light of normative and positive agency theories, we now turn to the divergence of interests and information asymmetry in the light of blockchain, as the issue of the impact of this technology on supply chains requires assessment (Treiblmaier, 2018).

2.1 Diverging interests, blockchain and supply chains

Agency theory assumes that everyone's knowledge and capacity to act are limited due to the high cost of capturing, storing, and using information (Jensen and Meckling, 1992). The parties' interests are therefore unlikely to converge. *"The principal can limit divergences from his interest by establishing appropriate incentives for the agent and by incurring monitoring costs designed to limit the aberrant activities, of the agent"* (Jensen and Meckling, 1976).

Thanks to the transparency enabled by the information system (Medina et al., 2020), blockchain appears to reduce information asymmetry between actors (Treiblmaier, 2018) and lower agency costs (Bajolle and Godé, 2021). Although the work already carried out from an agency perspective highlights the interest of blockchain technologies within supply chains (Bajolle and Godé, 2021; Medina et al., 2020; Treiblmaier, 2018), the theory proves inadequate to explain the formation of blockchain consortia, based as it is on collaboration agreements that sometimes include several dozen companies. However, analysis through the lens of the positive agency theory brings new light to the normative agency theory. Indeed, Baudry (1992) considers that the 'classical' analysis of agency theory does not reflect all the specific aspects of the principal/agent relationship as it does not fully explain how partnerships are formed. More specifically, he explains that subcontracting/principal relations are recognized by agency theory, *"but that this relationship does not distinguish it from other contracts (employer/employee, shareholder/manager, etc.)"* (p. 873). Thus, by questioning the mechanisms of coordination, Baudry (1992, 1993, 2003, p. 200, 2005) offers a broader view of the relational contract as described within the normative agency theory. In his 1992 paper, the author stresses that, while financial incentives are important, they are not enough to explain the mechanisms underlying the collaboration engaged between contracting parties. According to him, there are *"non-monetary signals that also underlie the transaction"* (p. 884). Thus, the emergence of collaborative arrangements between independent organizations can be explained by the joint resolution of information asymmetry issues and uncertainty (Baudry, 1992). Two main characteristics define these collaborative arrangements: (i) the extension of the duration of commitment through medium-term contracts (Baudry, 2005, p. 49) and (ii) the establishment of shared quality assurance systems (Baudry, 1992).

First, regarding the extension of contracts, it is possible to consider blockchain tools (*smart* contracts, consensus algorithms) as contract attributes that give it an indefinite duration. Blockchain technology is based on the principle of data immutability, so it is impossible to delete data. The *smart* contract is also immutable. Thus, once a relationship has been established in the blockchain organization, it is impossible to undo the registered data. The right to oblivion does not apply here. Blockchain technology can be used as unique channel for transactions, committing the principal and the agent to a pattern of relations marked by control via *smart* contracts. Since it is very difficult to be released from the agreement, the contract is de facto virtually indefinite. This means there is no way out of a relationship rooted in blockchain technology as it is based on transactions with highly specific conditions of use (Atzei et al., 2017; Sklaroff, 2017; Baron & Chaudey, 2019). Ultimately, companies that embark on a blockchain project do so knowingly, aiming the long-term pursuit of the contracts surrounding the transaction³.

Second, adoption of joint quality assurance systems is particularly widespread in supply chains. Thus, interorganizational traceability systems (e.g., product traceability and logistical traceability: Fabbe-Costes and Lazzeri, 2014; Lazzeri, 2014) or projects to develop sustainable supply chains (e.g., proof of monitoring of CO2 emission measurements: Koberg and Longoni, 2019) must be able to rely on trustworthy information transfer mechanisms (De Corbière and Le Dù, 2012; Kouhizadeh and Sarkis, 2018). In this case, blockchain technology is a real asset as it provides proof of data, a consideration that has become indispensable in relationships of trust (Tapscott and Tapscott, 2016). Rolling out Baudry's demonstration (1992), blockchain can thus be viewed as a tool that incites the different stakeholders to adopt procedures that govern supply chain actors' common logistics processes.

2.2 Information asymmetry, blockchain, and supply chains

Akerlof (1978), Williamson (1985), and Wathne and Heide (2000) pointed to the influence of informational asymmetry within interorganizational relations, both when contracts are drawn up (*ex-ante*) and when services are being delivered (*ex-post*). Indeed, supply chain actors do not all have the same level of information or the same degree of access to information (De Corbière et al., 2012). However, having and being able to exploit information is crucial to pursuing logistics activities in an environment that is increasingly connected, as demonstrated

³ See the recommendations of the World Economic Forum on the governance of blockchain consortia: <https://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/consortium-governance/index.html>

for instance by the appearance of digital service platforms due to growth in the activity of logistics service providers (Mevel and Morvan, 2021).

More precisely, in an agency relationship, the subcontractor (agent) has inside information on the transaction's progress, information that the principal does not possess. The agent can thus adopt opportunistic behavior by managing the information as he or she wishes. Normative agency theory only considers relationships within this specific framework, justifying the principal's willingness for control. For Positive Agency Theory (PAT), this does not necessarily imply dishonesty. While it is recognized that dishonesty does exist, it cannot prevail in the long run. Indeed, using game theory, Axelrod (1981, 1996, 2006) demonstrates that when protagonists are called upon to repeat the same operation several times, cooperation is the best solution for both parties in the long run (Baudry, 2005, p. 77). Thus, according to the model proposed by TPA, the principal uses not only control tools, but also incentives to discourage individuals' opportunistic behavior. These incentives can take different forms: remuneration, performance control, etc. The resulting organizational architecture should draw the agent's interests into line with those of the principal (Charreaux, 2000). Thus, a common information system that groups uses with shared control and validation procedures emerges as an incentive method in the sense that it produces an alignment between parties with the supposed strategy of a business partnership (Henderson and Venkatraman, 1994; Fimbel, 2007; Reix, 2011, p. 253). Thus, from a TPA perspective, implementation of a blockchain project can serve as an incentive method that aligns the partners involved in the development and operations of a supply chain. In this way, it combats information asymmetry and any resulting opportunism. Blockchain technology thus appears to be a solution developed by actors who already trust each other. Trust must therefore remain throughout. Even if it is not an active aspect of the control mechanism, it creates a positive climate for the partner's actions to keep moving in the right direction (Fenneteau & Naro, 2005). The relational dynamic in turn generates trust between partners, with their ongoing collaboration as its corollary (Fukuyama, 1995; De Filippi et al., 2019; Osmani et al., 2021). Thus, development of a blockchain project within a supply chain is the outcome of prior relational experiences that result in implementation of a series of collaborative projects. In this sense, the relationships forged by actors within supply chains precede the development of the tool they use to ensure and consolidate trust. The adoption of blockchain as a tool underpinned by trust is above all the product of a process of reflection and the successive rejection of organizational forms deemed to be less efficient, rather than the result of technological determinism. This adaptation stems

from a desire to reduce cooperation and agency costs; ties between the different actors may thus be the most effective incentive structure (Mandard, 2015).

After analyzing the impact of blockchain on supply chains from the perspective of agency theory, we now present the action research conducted at a Waterworks Network Authority, which we will call WNA.

2.3 Empirical aspects: the case of a blockchain consortium in river transport

WNA is not a company but a public institution under the responsibility of the Secretary of State for Transport. It occupies a central position in the world of transport, acting as a link between a number of from the construction sector and heavy petrochemical industry while ensuring a significant proportion of the transport of bulk cereals. In recent years, this institution has been keen to develop services for its users that guarantee the ecosystem has a secure information service. It is also responsible for managing water levels, not only to operate the network but also for the purpose of cooling nuclear power plants. WNA therefore coordinates a whole range of activities, from the circulation of river barges to the consumption of water by nuclear power plants, as well as maintenance work on the many engineering structures.

WNA wishes to digitize its operations in order to better coordinate its activities and thus render its solutions attractive. Several projects have been launched with a Digital Service Company (DSC), appointed by WNA to provide technical assistance and expertise, including one on blockchain as part of an experiment on the transport of dangerous goods (project XXX, see Appendix 1). This technology was chosen as it can provide the distribution of proof to support confidential and important transport data, a factor not covered by traditional EDI (electronic data interchange). This point is crucial for WNA as, being classified a "Operator of Vital Importance" by the French state, the data they capture must be secured according to the recommendations of the French National Agency for Information Systems Security (FNAISS). WNA thus commissioned DSC to propose a solution to monitor the logistical information exchanged during a voyage - a term used to describe the chartering of goods in the river sector. The solution had to be interoperable with the clients' systems and had to respect the security conditions. This is the project in which we took part.

2.4 Case study methodology

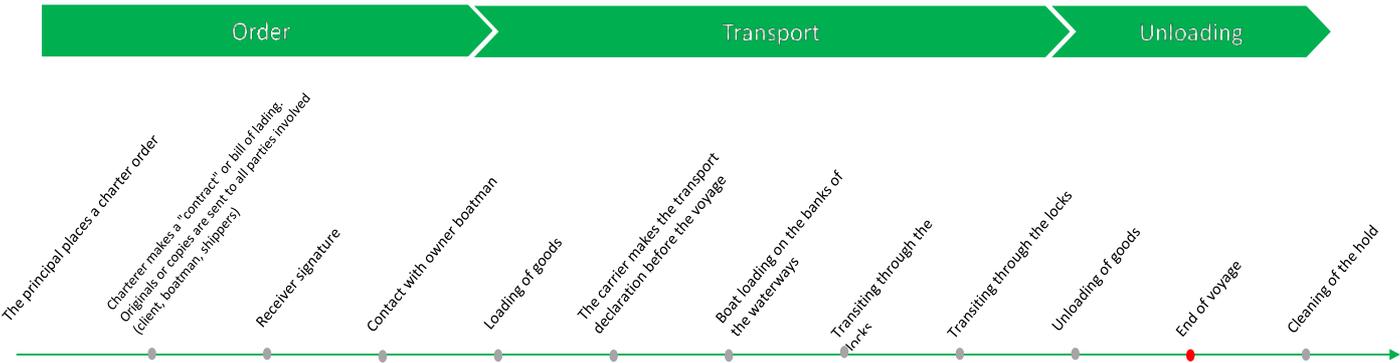
For emerging research topics where an understanding of organizational complexity is needed to address an issue, action research (AR) (Baskerville, 1999) or its variant, intervention

research (IR) (Plane, 2000), appear to be particularly suitable methods. This is especially so in contexts where the choices made by actors lead to consequences as yet unexplored (or only to a very limited extent) by the scientific community. The potential application of blockchain to the WNA case, the focus of our study, is just such a situation. The unknown and specific nature of the field entails to begin the analysis as choices are being made and move forward as the results are obtained. Synergy between practice and research then occurs in which both parties feed off one another (Argyris et al., 1985; Whyte et al., 1991; Checkland & Holwell, 1998; Greenwood & Levin, 1998; Gummesson, 2000). Data collected in this mixed framework of participation and observation yield strong reliability and construct validity (Thiétart, 2014, pp. 297-330) as they are not based solely on observation (standard case study) but are enriched by the researchers' participation. We thus followed the recommendations of Carmines (1990), Yin (2009), Thiétart (2014) and Silverman (2015), respecting the four essential factors that they define as an appropriate framework for any empirical study, namely, construct validity in itself, internal and external validities, and construct reliability. It is important to note that in our intervention research approach, all the empirical data such as discussions with blockchain experts, participation in meetings, and project conduct (see Appendix 1) were coded in line with the Eisenhardt model (Eisenhardt, 1989). As shown in Appendix 1, sources include in-depth interviews with the people in charge of the project, service providers, and people from the inland waterways and maritime logistics community. Following Yin (2009)'s recommendations, data validation was carried out using a variety of documentary sources, email exchanges, meetings minutes, communications, and audio transcripts. Our study was carried out over a period of two and a half years of immersion with WNA.

Every action research project includes a number of different phases (data collection, reporting of results, analysis, planning new actions, etc.: Beckard & Harris, 1987; Schein, 1999; Coughlan & Coughlan, 2002). Each of these phases requires a combination of participatory action and critical reflection in order to extract useful information to gain knowledge of the object (Dick, 2004). We introduced three distinct phases, each of which was designed after assessing the results of the previous phase, as recommended by Beckard & Harris (1987), Schein (1999), and Coughlan and Coughlan (2002). The first phase analyzed the divergence of interests between the partners and the resulting asymmetries by mobilizing the normative view of agency theory, while also studying the mechanisms used to extend contracts and the incentives required to reduce the costs of cooperation by calling on the positive approach of agency theory. The second phase consisted of establishing a blockchain architecture to address the issues identified in the first two phases. The third phase allowed us to propose different

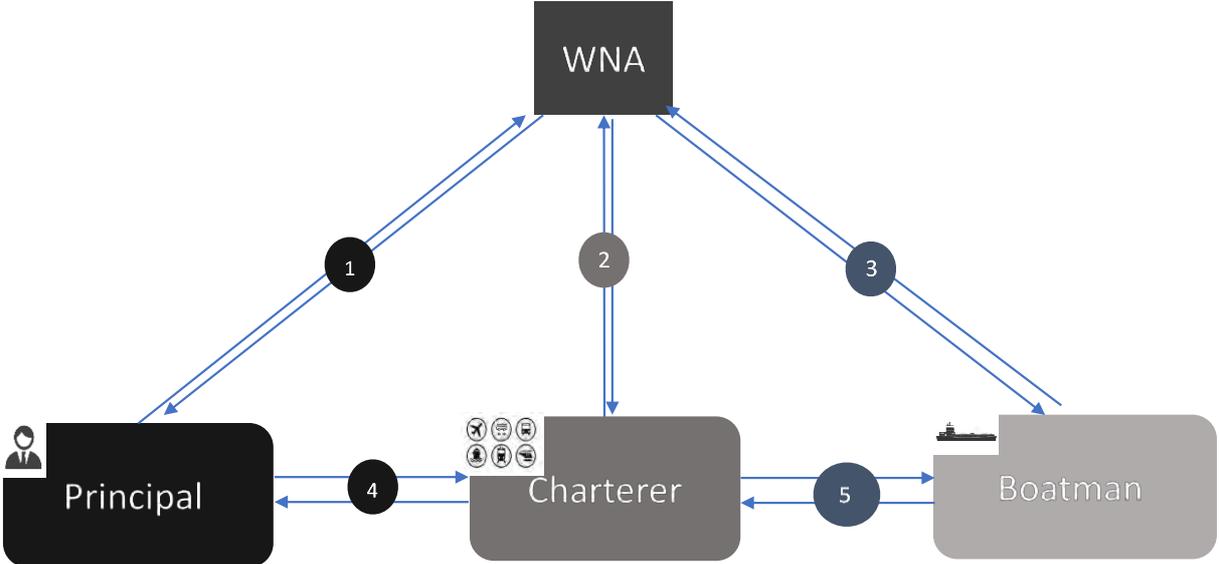
private blockchain models that could be considered by WNA. It should be noted that we adopted a "process consultant" position during these phases, as proposed by Schein (1969). Analysis of the relationships was conducted in the chronological order (Figure 1) of a river voyage.

Figure 1: The different stages of a river voyage. (Source: Authors)



As the representation of relationships in the WNA surrounding is highly complex, only the four central inland waterway transport actors were modeled: the principal, the charterer, the boatman, and WNA. Three agency relationships revolving around WNA link the principal, the charterer, and the boatman, and two cascading agency relationships govern principal-charterer and charterer-boatman relations (see Figure 2). As our organization was only commissioned to work on relationships 4 and 5, we did not examine relationships 1, 2, and 3.

Figure 2: WNA agency relationships. (Source: Authors)



Although the project participants form a "community of interests", their interests may differ in nature. The principal's reasoning will be that of a private entity, seeking to create competition between charterers to reduce transport costs. Entering a price war is not in the interest of the charterer whose focus is rather on maximizing their utility by offering the boatmen a range of services (hold cleaning, tracking traceability, insurance, etc.). As the additional cost of these services is borne by the boatmen themselves, the charterer provides the former with a fairly consistent amount of work in exchange. The boatmen also try to maximize their utility, either by linking up with a charterer or by winning transport contracts via a freight exchange. WNA, on the other hand, reasons like a public institution, seeking to increase the share of inland waterways used in national transport, in line with government policy. Opportunistic behavior must therefore be avoided at all costs with a focus on facilitating cooperative relationships in order to maintain the balance between the partners.

3. Results

Our results are presented in terms of the three phases mentioned earlier.

3.1 Phase 1: Analysis of agency relationships

3.1.1 Agency relationship between Principal and Charterer

The principal buys freight forwarding services from the charterer, usually on a case-by-case basis as there are few platforms connecting principals with charterers. In order to foster competition, the principal will not wish for charterers to set up a management tool that is too specific (e.g., EDI) which would otherwise keep them in a lock-in position. However, the information system must nevertheless be able to convey specific data regarding the goods transported, such as their potential danger in terms of chemicals, the organic nature of cereals, etc. Principals thus rely on information systems that are interoperable with their own information system, enabling them to bypass unnecessary, tedious, and costly rekeying. In addition, they will wish to ensure that contracts drawn up with the charterer are effectively monitored to guard against moral hazard and opportunism. Accordingly, the principal thus delegates authority to the charterer in a contract that binds both parties in the form of a consignment note which stipulates a transfer of responsibility from the principal to the charterer to whom the power of control is delegated.

It is in the charterers' interest to maintain a long-term relationship with the principal and to develop a specific information system that can help to protect against breach of contract and competition which could force them to lower their transport costs. Thus, the largest charterers have developed tools that allow them to follow the goods in real time and thus ensure the principal proper delivery.

This relationship framework set on agency theory is summarized in Table 1 as follows.

Table 1. Summary of the agency relationship between Principal and Charterer
(Source: Authors)

Agency relationship	Identified agency relationship between principal and charterer
<i>Information asymmetry</i>	Possible information asymmetry, the charterer knows more about the inland waterway transport procedures than the principal.
<i>Control mechanisms (Normative Agency Theory)</i>	The principal could install tracking devices, but this would become too costly and inland waterway transport would then lose appeal compared to road transport.
<i>Incentive mechanisms (Positive Agency Theory)</i>	The principal enters into long-term relationships while contract renewal is dependent on how freight is handled. Financial incentives are possible.
<i>Mechanisms for building trust through blockchain</i>	The blockchain must erode information asymmetry. Principals must be able to track the location of their goods, and have the certainty that delivery has taken place in compliance with the terms of the contract.

3.1.2 Agency relationship between Charterer and Boatman

The charterer forwards transport requests to boatmen and organizes the voyage by coordinating the activity as economically as possible, i.e., by ensuring that the goods are evenly distributed on the barges to obtain concentrated flow volumes. It is crucial to optimize the volume of cargo on barges: an empty trip for a barge is a loss for both charterer and boatman. In most cases, charterers need to secure the contract with the boatmen. They are thus more likely to enter into long-term contracts with the latter in order to guarantee a certain turnover volume. The charterer delegates responsibility for the goods to the boatman in the form of a bill

of lading. In order to avert potential opportunistic behavior by the boatmen, charterers have implemented controls in line with those operated by WNA. Boatmen must submit certain documents to WNA, notably the hold cleaning certificate. A distinction should be made here between two situations: i.e., bulk and container transport. In the first case, cleaning of the hold is a crucial factor, particularly in the case of cereal transportation, as there is a risk of "contamination" of one batch by another. Boatmen must provide proof of proper cleaning by filling in "paper" documents which stipulate that the procedures have indeed been followed. In the case of transportation in containers, the tracking of containers represents the fundamental step. Since there may be up to 60 containers on any given journey, the associated traceability must be exhaustive. In addition, the charterer must manage pre- and post-carriage load breaks and liaise with the seaports, as well as manage the containers once they are empty, the storage, and the return of the containers to the companies that own them. Collecting the necessary data, both for bulk and transportation in containers, requires information management resources that the boatmen do not necessarily wish to implement in view of the cost involved which will necessarily impact on the cost of the service provided and make the boatmen less competitive. Links with the charterers are therefore also technological in nature, with the boatmen being technologically dependent on the charterers in this context. This relationship is summarized in the following table (Table 2).

Table 2. Summary of the agency relationship between Charterer and Boatman
(Source: Authors)

Agency relationship	Identified agency relationship between charterer and boatman
Information asymmetry	Possible information asymmetry, the boatman knows more about the inland waterway transport procedures than the charterer.
Control mechanisms (Normative Agency Theory)	The charterer has an information system but past a certain control threshold, the investment becomes too high and puts its profitability at risk.
Incentive mechanisms (Positive Agency Theory)	The charterer enters into a long-term relationship with the boatman and contract renewal is dependent on how freight is handled. Financial incentives are possible.
Mechanisms for building trust through blockchain technology	Blockchain technology should enable service production due to the gain of knowledge: stock management, empty backhauls management, loading/unloading location management, etc.

3.2 Phase 2: Setting-up a blockchain architecture

The project to set up an extended blockchain-based information system adopted a 3-step approach: WNA's place in the relations configuration within its ecosystem, the consideration for transparency to avert information asymmetry, and the cost of the blockchain envisaged.

3.2.1 WNA's place inside its ecosystem

The interplay of the different relationships within the WNA ecosystem places WNA in an ambivalent position: WNA occupies a central position without being a co-contractor. It is the focal point, acting as support for contracts between principals, charterers, and boatmen. WNA has to handle different information systems in its immediate environment and, in order to operate strong linkages, will have to upgrade to meet the same level of digitalization as the major actors in the maritime sector offering an interoperable solution. When deploying the

monitoring solution, it is therefore important to primarily consider interoperable systems or information technologies that allow a certain degree of compatibility as far as possible.

The deployment of a network around the planned blockchain experiment would enable WNA to maintain a central position, to assert its institutional power, and to re-establish a balance between poorly computerized boatmen and charterers. However, this is a working hypothesis as WNA has not decided whether the project was a simple experiment or whether it should be extended to the entire institution. However, the direct environment of WNA shows that major actors in the maritime sector have equipped themselves with blockchain technologies in order to speed up customs procedures and ensure better traceability of transportation in containers.

3.2.2 Information asymmetries and transparency

The deployment of blockchain technologies is based on the idea of absolute transparency of transactions in order to nurture trust. However, even if the decentralization caused by the use of blockchain technology presupposes the transparency of exchanges, the supply chain sector, like that of the industrial or the business world more generally, relies on the absolute confidentiality of exchanges. Respect for confidentiality and transparency appear to be antinomic. The technological basis of blockchain is the production of proof regarding transactions and, consequently, data. This proof is produced following compliance with the standards and procedures surrounding the exchanges. Thus, it is not necessary to have all the information available: if the proof is added, it means that the conditions surrounding the transaction have been respected. To this end, we worked with a start-up company ("Start-Up X" see Appendix 1) which specializes in the production of digital fingerprints. These fingerprints are used as probative value for the documents to which they are attached. The blockchain serves as an anchor point for these fingerprints. Start-up X links each document to three elements of proof. In the proposed system, only those who are actually involved in the transaction have access to the documents, while those outside the transaction only have access to the fingerprints. This reconciles the confidentiality of exchanges with transparency.

3.2.3 Blockchain architecture and associated costs

Our third focus was on reducing the cost of blockchain technology. Regarding the structure of the blockchain itself, our approach led us to reject complicated forms of *smart* contracts; we wanted to establish a blockchain model without using *smart* contracts for reasons of cost and scalability. In most cases, *smart* contracts are used to validate incoming data through

consistency-checking mechanisms. In our project, the consistency check mechanisms are performed by traditional database management tools external to the blockchain, referred to as "off-chain" processing. However, everything related to digital signatures, authentication, and notarization is based on blockchain technologies.

The blockchain tools were therefore reduced to their simplest expression by using mainly digital signature functions to authenticate certificates related to ship navigation, loading, and unloading controls. The digital fingerprints inseparable from the documents act as proof of these manipulations.

Table 3 thus summarizes these three points.

Table 3. Summary of our proposals for the blockchain architecture

(Source: Authors)

Topic for discussion	Posture/solution
WNA's place in its ecosystem	WNA seeks to assert itself as an institution whose role is indispensable for the management of rights and access to the river domain. Private actors in the maritime and port sectors have equipped themselves with blockchain or have joined consortia. WNA is therefore at risk of having to join a consortium unwillingly or to have to share certain rights regarding its source data. This could result in a loss of power. The consortium blockchain does not appear to be a solution, but we are nevertheless assessing this option.
Information asymmetry and transparency	As each actor is not equally equipped in terms of IT equipment type and standard, WNA must therefore be equipped with an interoperable information system.
Blockchain architecture and associated costs	The complexity and cost of <i>smart</i> contracts are constraints to their use. Hosting solutions as well as the ability of new members to join the system have also been investigated so as not to increase toll costs.

3.3 Phase 3: choosing a blockchain model

Various forms of private blockchain organizations appear suitable for WNA. We therefore set out in Table 4 various scenarios where each blockchain model impacts the relationships in different ways. While analyzed in Table 4, we chose to discard the scenario of a single actor private blockchain in our final choice as it does not meet envisaged optimal cooperation conditions. Indeed, in such a blockchain, the participants register their data in a shared database, resulting in a unilateral relationship and potential vertical integration of the data by WNA. Consequently, this form of operation entails full financial responsibility for the digital solution chosen, based on data verticalization. Moreover, this solution would entail a competition risk with other solutions, further marking the divergence of interest between the charterer (private world) and WNA (public institution), which the latter does not want. WNA should not be linked to existing blockchains either, as this would put the structure in a position of information asymmetry within its ecosystem.

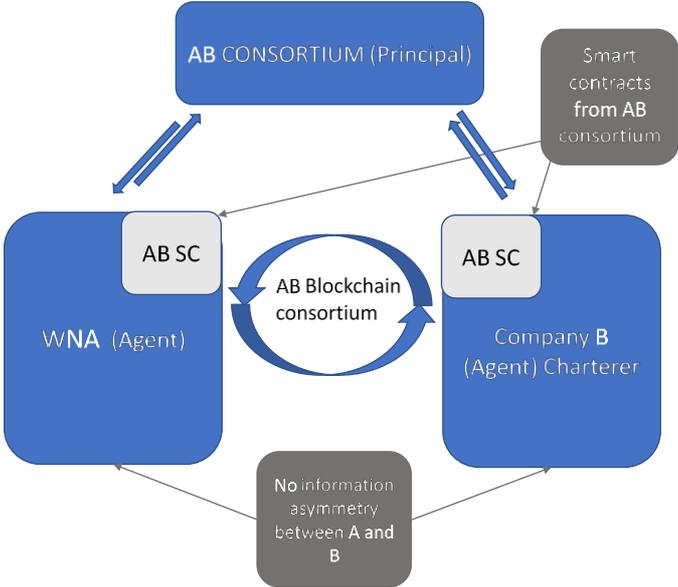
	Single actor private BC	Consortium BC	WNA solution: a hybrid BC
WNA situation assessed	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Construction by WNA of own private <i>blockchain</i> ❖ - WNA acts as essential link in the value chain for each company that uses its services. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ WNA integration into consortium <i>blockchain</i>. ❖ Co-constructed <i>Blockchain</i> with all participants sharing equal rights. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ WNA management of document certification through blockchain procedures interoperable with all types of collaborative tools, private BC, consortium BC, EDI etc. ❖ Basic declarations imposed by WNA to all users.
Interest convergence/divergence	<p><i>Convergence of interests</i> WNA covers all costs related to private BC construction</p> <p><i>Divergences of interests</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Impact of costs on toll or other. ❖ Restricted access to information, and above all restricted access to <i>smart contracts</i>. 	<p><i>Convergence of interests</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Cooperative interaction, everyone is led to respect the terms of contracts established by all participants ❖ Breaching <i>smart</i> contract rules is tantamount to breaching own rules. <p><i>Divergences of interests</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Reduced power of WNA, risk of decision-making in opposition to its operability ❖ Power struggles that disadvantage small companies: owner boatmen in particular 	<p><i>Convergence of interests</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Convergence of interests connected to the development of services from the different companies in the WNA ecosystem. ❖ Provision of document certification tools based on blockchain technology authentication methods. <p><i>Divergences of interests</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Desire on behalf of large shipping companies to have their solutions adopted, migrating to a third party hybrid blockchain solution represents a loss of power for these large companies. ❖ Hybrid <i>Blockchain</i> still insufficiently known, very companies can form such a system.
Information asymmetry/trust	<p><i>Information Asymmetry</i> Ecosystem with information asymmetry in relation to WNA.</p> <p>Trust</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Trust mechanisms rely on control by a single actor. The rules may appear obscure to participants. 	<p><i>Information Asymmetry</i> Reduced Information asymmetry</p> <p>Trust</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Trust is based on the respect of the rules established by all participants. Cooperation agreements may emerge. 	<p><i>Information Asymmetry</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Weak information asymmetry between WNA and ecosystem. ❖ Internal power struggles at play within the ecosystem induced by the various existing configurations. Trust ❖ Trust is dependent on the evidence of proven information. Everyone knows that everyone plays by the rules.
Agency costs and enhanced cooperation	<p><i>Agency costs</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ High monitoring costs for WNA ❖ Low customs clearance costs for principals, charterers and boatmen <p><i>Enhanced cooperation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Cooperation is not enhanced. ❖ Deterioration of WNA/Ecosystem relationship, leading to rising cost of river transport solution. 	<p><i>Agency costs</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Equal distribution of the monitoring costs among all members, ❖ Customs clearance costs possibly borne by WNA as a public institution in the form of financial incentives and decreasing opportunity costs. <p><i>Enhanced cooperation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Efficiency gains ❖ Enhanced cooperation can potentially be envisaged for all of WNA and its ecosystem. 	<p><i>Agency costs</i></p> <p>Low agency cost for WNA as service offered is minimal (without <i>smart-contracts</i>) and interoperable</p> <p><i>Enhanced cooperation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Efficiency gains ❖ Enhanced cooperation since WNA is able to take part in consortium projects.

We now consider the two most suitable blockchain models for adoption.

3.3.1 Adoption of the consortium blockchain model

First, we should note that, due to the large number of consensus algorithms, there are several types of consortium blockchains. Furthermore, in the present case, we assume that rights are equally distributed within a consortium⁴, which may not always be the case (Xu et al., 2017; Bashir, 2018; Mólken, 2018; Badr et al., 2018; Karrer, 2018). This equality of rights between consortium members implies that everyone has the possibility to register *smart* contracts within the common space, in other words, the blockchain. The entity managing the *smart* contracts is called "key management". This entity can be likened to a multi-stakeholder governance body. Application of new *smart* contracts would thus be arbitrated according to voting rules established by "key management". In this configuration, WNA is an agent just like company "B", the principal or charterer, with the consortium as principal (see Figure 3).

Figure 3: Diagram of the blockchain consortium relationship between WNA and Company "B"



Although this solution may seem ideal (see Table 4), it is not suitable for WNA. Indeed, it places WNA on an equal footing regarding the exploitation of a domain under its responsibility. However, the public-private distinction is complex and was not anticipated by

⁴ Variations can exist depending on the consensus algorithm adopted (Proof of Stake, Delegated Proof of Stake, Proof of Authority, Proof of Elapsed Times, etc.).

the institution as WNA did not envisage that the blockchain solution would require it to re-assess its governance model.

3.3.2 Adoption of a hybrid model: the WNA solution

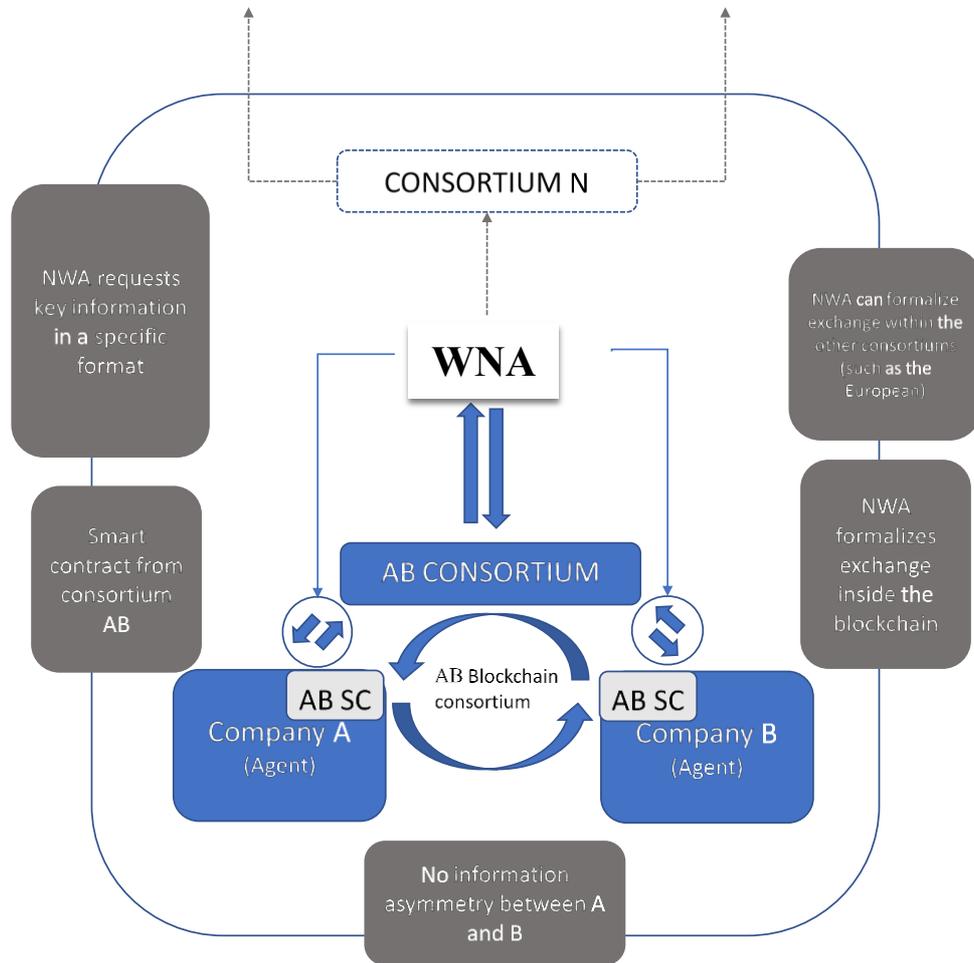
The hybrid model proposal offers several solutions to the problems of the "single-actor private blockchain" and the "consortium private blockchain". This hybrid model lowers the cost of blockchain equipment, since it reduces the use of *smart* contracts and uses public blockchain models without incurring the operating cost. Indeed, some blockchain solutions use public blockchains such as Bitcoin or Ethereum, which allows to bypass the potentially unwieldiness attached to enrolling in the consortium blockchain. The operating modes used are web-based and sometimes rely on the transfer of a single digital asset⁵. In our current WNA case, the digital fingerprint requested as form of proof is produced by a public blockchain. This digital asset is traceable within a blockchain which allows the supply chain to be tracked in a transparent manner, making it easier to assign liability in the event of a dispute. However, actors in these supply chains must abide by these principles, thus requiring a minimum interest convergence. This type of blockchain is for instance implemented in the retail sector⁶.

Since transactions are governed by consistency control mechanisms operated in ad hoc servers, proof of their correct execution via the production of a digital fingerprint is sufficient. The blockchain mechanisms guarantee the correct execution of the company's control processes and authentication, and consequently trustworthy exchanges.

⁵ A digital asset or token in the blockchain is a non-duplicable but transferable token between two parties on the Internet. In everyday life, tokens are used to represent an object of value, such as a gift certificate that can be exchanged for items. Here it is a non-exchangeable token that guarantees ownership of the token to its author and thus transportation of a product.

⁶ <https://cryptoactu.com/nft-cdiscount-inscrit-tracabilite-colis-sur-blockchain/>

Figure 4: DSC's proposal to WNA. (Source: Authors)



In this solution, companies using WNA's services can be part of a blockchain consortium, a private blockchain, or may operate with a more traditional EDI architecture. The solution proposed to WNA is therefore interoperable. WNA does not enter into the transactions' details, and only the mandatory information is communicated (place of departure, destination, tonnage, type of material transported, transport company). The transaction details are known only by those who carry out the transaction. In this new environment, WNA needs to have a central position of institutional authority and to bear in mind that other cooperating-consortia have formed around it (see Figure 4). To achieve this goal, this future tool therefore needs to be built within a strategy of becoming a consortium. The IT project is thus no longer simply

technological, but also has an organizational purpose, with the aim of bringing together different user networks.

4. Implications

4.1 Theoretical Implications

According to agency theory, the interests of the principal and the agent differ due to their respective functions, rights, and duties. However, the specific characteristics of blockchain technology: principle of immutability, transparency, etc., (Bajolle and Godé, 2021, Treiblmaier, 2018, Kummer et al., 2020) foster interest convergence between actors involved in an interorganizational principal/agent relationship. Our results confirm this convergence of interests driven by blockchain technology, which is furthermore expressed through two temporalities observed in the proposed blockchain projects: the interest convergence necessary to construct the blockchain project and the interest convergence throughout the project's implementation phase. However, our findings also show that this interest convergence is not enough to ensure adherence to a blockchain project. Indeed, in the case of a blockchain consortium, a cooperation dynamic is likely to develop based on the relations of trust built between the principal and the agent. Thus, each actor is expected to respect the terms of the contracts for two reasons. The first is related to the fact that, for blockchain members, breaking the rules laid down by the *smart* contract or the consensus algorithm would be tantamount to breaking their own rules, since these rules were decided during the joint agreement meetings upstream of the project. The second reason can be understood when applying game theory to blockchain. Indeed, the principle of blockchain construction implies that non-cooperation results in a lower payoff than cooperation (Liu et al., 2019), with the risk of repudiation by the consortium.

Secondly, the literature suggests that the contribution of trust attributed to blockchain leads to a reduction in information asymmetry and further ensuing opportunities (Nakamoto, 2008⁷; Werbach, 2018a). This point needs to be qualified. Indeed, even if trust is one of the outcomes of blockchain, it generally turns out to have pre-existed the project. In fact, in addition to the trust induced by the blockchain, further trust-enhancing factors worth highlighting are the establishment of routines, the renewal of successful experiences, and the search for joint

⁷ « *We have proposed a system for electronic transactions without relying on trust.* » (Nakamoto, 2008)

solutions requiring cooperation between supply chain actors. Blockchain technology is therefore only viable if solid relationships between companies exist beforehand. Consequently, the adoption of blockchain requires a detailed understanding of the needs and challenges of each participant in the supply chain.

Finally, our results highlight a significant difference in terms of agency costs in the case of a consortium blockchain. This difference can be explained by the relationship between agent and principal as they now find themselves in a phase of information symmetry (basic transport-related information, price negotiation, various agreements, etc. all take place outside the blockchain). It could thus be assumed that the principal no longer has to account for a surveillance cost linked to the need to exercise control and that the agent no longer has to account for a cost related to the need to "clear" itself. In actual fact, these costs do still exist and are included in the construction of the hybrid system and in the blockchain's maintenance or execution costs. By adjusting *smart* contracts and consensus algorithms, blockchain helps to establish a specific incentive structure in which a balance is developed between monitoring costs and clearance costs. It is reasonable to assume that in its ultimate form of allocation of rights, i.e., in the presence of cooperation between members of a consortium, the opportunity cost can be greatly reduced. Thus, blockchain technology facilitates an optimal organizational framework, which can lead not only to enhanced efficiency, but also to greater cooperation in the form of organizational learning.

4.2 Managerial Implications

Blockchain meets a very specific objective, namely, the pooling of information in order to enhance coordination and collaboration between companies. This pooling of information, which is inherent to the logistics sector, must go beyond the silos of each company, allowing a certain transversality of information without altering it. Our findings demonstrate that the pooling of data is more than a simple exchange of information. In fact, the different forms of blockchain examined (single actor private blockchain, consortium private blockchain, hybrid blockchain) promote a transfer of decision-making power thanks to the exploitation of blockchain-related data and the use of certain blockchain tools (*smart* contracts, consensus algorithms).

Thus, within a single actor private blockchain, two roles are possible for actors, depending on their position within the supply chain: a role as a dominant pivot in the chain who wants to enforce a traceability system, or a role as an involuntary contributor led to deposit their data on

the dominant actor's blockchain. This type of blockchain only reinforces the power of the dominant actor, in contrast to its initial intention to dispense with a trusted third party. The private blockchain model shows its limitations, particularly its interoperability, by promoting a system of information compartmentalization.

Managers are therefore liable to rapidly opt for a different model that is more likely to promote an incentive structure: the consortium blockchain. Developing this type of model has several benefits. First, the rights "status" of each participant is more egalitarian as it reduces information asymmetries. Second, by establishing itself as a foundation of trust, the consortium blockchain facilitates the distribution of costs incurring in the relational space formed between the principal and the agent. Finally, the foundation of trust required is also a basis for shared learning, i.e., a resilient form of interorganizational know-how that is better able to cope with unforeseen events. These advantages highlight an alternative configuration of relationships which, on the one hand, commit the participants in the long term and, on the other hand, reinforce mechanisms of trust. However, a consortium blockchain also has its limitations. It relies above all on the use of *smart* contracts. The latter are in fact deterministic tools which, by their very nature, cannot cover all the scenarios that may arise in the operational management of physical flows, nor can they reproduce the range of exchanges that occur in an interorganizational structure (negotiation, risk assessment, informal nature of information, etc.). Furthermore, the consortium blockchain reduces the flexibility of the central or pivotal actor seeking to initiate a more cooperative project. Indeed, to enhance decision-making, a company may wish to remain sovereign of the sector in which it is a central actor. Consequently, the equal rights inherent to a consortium blockchain may lead the company to adopt modes of conduct that are detrimental to its own operations, but generally necessary for the consortium to function. Take, for example, the entry in the consortium of a direct competitor of the company initially present. This event might drive that first company to leave and seek commercial opportunities outside of those offered by the consortium. As leaving a consortium blockchain is a fairly complex matter, this often leads to the blockchain platform shutting down altogether (see in this respect the very recent departure of Maersk from the TradeLens blockchain⁸).

Thus, the hybrid blockchain offers a solution that seeks to avoid the pitfalls of the two previous models. This solution does not centralize the data and makes little use of *smart* contracts. Consequently, for such a tool to be envisaged, good knowledge of the processes involved and

⁸ <https://www.maersk.com/news/articles/2022/11/29/maersk-and-ibm-to-discontinue-tradelens>

a willingness to share, on behalf of all actors, appear to be prerequisites to any joint project based on blockchain technology. Clarity in the processes and exchanges should lead the organization to adopt a model that minimizes the use of *smart* contracts (two or three maximum) so as to avoid possible blockages, while fostering a climate of confidence with regard to the solution selected. It is also important to note that professionals should be attentive to the search for transparency as a *sine qua non* for adoption of this system. However, transparency in the hybrid blockchain does not imply all-round access. In fact, participants only have access to the verifiability of the proof produced internally. As they know that the proof is only available if the transport conditions are met, this nurtures a space of trust which has the particularity of letting the hybrid blockchain participants chose their information system. Finally, the hybrid blockchain does not provide perfectly decentralized information, but instead decentralizes verifiability of the proof produced. Thus, all the actors involved can check that the proof has been produced and consequently that the transport documents, for example, have been completed in accordance with the rules drawn up by the participants.

5. Conclusion

The aim of our work was to analyze how blockchain solutions can impact the principal/agent relationship in supply chains within the framework of both positive and normative agency theory.

From a theoretical perspective, our results confirm that the specificities of blockchain technology promote interest convergence between actors involved in the project. They also show that this convergence is insufficient to ensure that a blockchain project is adhered to since a bond of trust must also pre-exist between the principal and the agent. Moreover, if, according to the existing literature, blockchain technology produces trust (Geiben et al., 2016; Saucède & Fenneteau, 2017; Puthal et al., 2018; Grosse et al., 2021), such trust must exist beforehand, no matter which solution is envisaged. Finally, significant changes in agency costs are likely to arise, especially in the case of consortium blockchains. Indeed, by adjusting *smart* contracts and consensus algorithms, this type of blockchain allows an incentive structure to be established that helps to create a balance between monitoring costs and clearance costs.

From a managerial point of view, various blockchain solutions can be envisaged within a supply chain: i.e., a single actor private blockchain, a consortium blockchain, and a hybrid blockchain. While the single actor private blockchain is characterized by vertical organization of data, and the consortium blockchain facilitates the establishment of collaborative relations, a hybrid blockchain appears to be an original solution as it develops an information system

without a *smart* contract and that is interoperable. Thus, in addition to the solutions traditionally envisaged, such as the single actor private blockchain or consortium blockchain, other solutions can be considered in response to specific contexts.

Based on a single case study, the present study does however present several limitations, and could be expanded to several areas that open up avenues for further research. It would be interesting, for example, to enrich our analysis with other empirical studies. Our case study concerns a public institution with a position of authority, but which appears to be a facilitator, raising the issue of the dynamics of relations when actors within a consortium are essentially private actors. Furthermore, although we opted for positive and normative agency theories, further research could be conducted based on network theory for example, in order to shed light on the emergence of new organizational forms within supply chains caused by the use of blockchain technologies.

6. References

- Akerlof, G. A. (1978). The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism. In *Uncertainty in economics* (p. 235-251). Elsevier.
- Alkhudary, R. (2020). *Blockchain Technology between Nakamoto and Supply Chain Management: Insights from Academia and Practice* (SSRN Scholarly Paper ID 3660342). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3660342>
- Apte, S., & Petrovsky, N. (2016). Will blockchain technology revolutionize excipient supply chain management? *Journal of Excipients and Food Chemicals*, 7(3), 910.
- Argyris, C., Putman, R., Putnam, R. D., Smith, D. M., & others. (1985). *Action science* (Vol. 13). Jossey-bass.
- Atzei, N., Bartoletti, M., & Cimoli, T. (2017). A Survey of Attacks on Ethereum *Smart Contracts* (SoK). In M. Maffei & M. Ryan (Éds.), *Principles of Security and Trust* (p. 164-186). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54455-6_8
- Axelrod, R. (1981). The Emergence of Cooperation among Egoists. *American Political Science Review*, 75(2), 306-318. <https://doi.org/10.2307/1961366>

- Axelrod, R. (1996). *Comment réussir dans un monde d'égoïstes : Théorie du comportement coopératif*. Ed. O. Jacob.
- Axelrod, R. M. (2006). *The evolution of cooperation* (Rev. ed). Basic Books.
- Badr, B., Horrocks, R., & Wu, X. (Brian). (2018). *Blockchain by example: A developer's guide to creating decentralized applications using Bitcoin, Ethereum, and Hyperledger*. <http://proquest.safaribooksonline.com/?fpi=9781788475686>
- Bahga, A., & Madiseti, V. (2017). *Blockchain Applications: A Hands-On Approach*. VPT.
- Bajolle, E., & Godé, C. (2021). Blockchain et relations inter-organisationnelles dans la Supply Chain: Une approche par la théorie de l'agence. In *Post-Print* (hal-03226731; Post-Print). HAL. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-03226731.html>
- Baron, R., & Chaudey, M. (2019). *Blockchain and Smart-contract: A pioneering Approach of inter-firms Relationships? The case of franchise networks*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02111603>
- Bashir, I. (2018). *Mastering blockchain: Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained* (Second edition, fully revised and updated). Packt.
- Baskerville, R. L. (1999). Investigating Information Systems with Action Research. *Communications of the Association for Information Systems, 2*. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.00219>
- Baudry, B. (1992). Contrat, autorité et confiance : La relation de sous-traitance est-elle assimilable à la relation d'emploi? *Revue économique, 43*(5), 871-893. <https://doi.org/10.2307/3502480>
- Baudry, B. (1993). Partenariat et sous-traitance : Une approche par la théorie des incitations. *Revue d'économie industrielle, 66*(1), 51-68. <https://doi.org/10.3406/rei.1993.1496>
- Baudry, B. (2003). *Economie de la firme*. La découverte Paris.
- Baudry, B. (2005). *L'économie des relations interentreprises*. La Découverte.

- Beckard, R., & Harris, R. (1987). *Organizational Transitions: Managing Complex Change*. 2e éd. Reading, Massachusset: Addison-Wesley.
- Carmines, E. G. (1990). Zeller, RA (1979) Reliability and validity assessment. *Quantitative applications in the social sciences (Series/No. 07-017)*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Charreaux, G. (2000). La théorie positive de l'agence : Positionnement et apports. *Revue d'économie industrielle*, 92(1), 193-214.
- Charreaux, G. & others. (1999). La théorie positive de l'agence : Lecture et relectures. G. Koenig.
- Checkland, P., & Holwell, S. (1998). Action Research: Its Nature and Validity. *Systemic Practice and Action Research*, 11(1), 9-21. <https://doi.org/10.1023/A:1022908820784>
- Chen, W., Liang, X., Li, J., Qin, H., Mu, Y., & Wang, J. (2018). Blockchain Based Provenance Sharing of Scientific Workflows. *2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 3814-3820. <https://doi.org/10.1109/BigData.2018.8622237>
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things. *IEEE Access*, 4, 2292-2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Claye-Puau, S., Lazzeri, J., Meurier, B., & Rouquet, A. (2014). Le rôle des pivots organisationnels dans l'intégration globale des supply chains. *Logistique & Management*, 22(3), 27-37. <https://doi.org/10.1080/12507970.2014.11517060>
- Cong, L. W., & He, Z. (2019). Blockchain Disruption and Smart Contracts. *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1754-1797. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz007>
- 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.

- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220-240.
<https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- De Corbière, F., & Le Dû, A.-C. H. (2012). La qualité de l'information produit, vecteur d'une supply chain davantage durable. *Logistique & Management*, 20(2), 41-52.
- De Corbière, F., Rowe, F., & Wolff, F.-C. (2012). *De l'intégration interne du système d'information à l'intégration du système d'information de la chaîne logistique* (halir.hal.00671507v1). HAL. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00671507>
- De Filippi, P., Wright, A., Oneissi, M., & Ruffault, G. (2019). *Blockchain & droit : Le règne du code*.
- Dick, B. (2004). Action research literature: Themes and trends. *Action research*, 2(4), 425-444.
- Dwivedi, S. K., Amin, R., & Vollala, S. (2020). Blockchain based secured information sharing protocol in supply chain management system with key distribution mechanism. *Journal of Information Security and Applications*, 54, 102554.
<https://doi.org/10.1016/j.jisa.2020.102554>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550.
- Fabbe-Costes, N., & Lazzeri, J. (2014). *Chapitre 9. Vers une hyper traçabilité et un hyper pilotage des chaînes logistiques ?* EMS Editions. <http://www.cairn.info/la-logistique--9782847696813-page-189.htm>
- Fayezi, S., Zutshi, A., & O'Loughlin, A. (2017). Understanding and Development of Supply Chain Agility and Flexibility: A Structured Literature Review. *International Journal of Management Reviews*, 19(4), 379-379-407. Complementary Index.
<https://doi.org/10.1111/ijmr.12096>

- Fenneteau, H., & Naro, G. (2005). Contrôle et confiance dans l'entreprise virtuelle
Illustrations logistiques. *Revue française de gestion*, 156(3), 203-219.
- Fimbel, E. (2007). *Alignement stratégique : Synchroniser les systèmes d'information avec les trajectoires et manoeuvres des entreprises*. Pearson Education France.
- Fukuyama, F. (1995). *Trust [Texte imprimé] : The social virtues and the creation of prosperity* (BU Centre – Magasins Cotes G G30219). Hamish Hamilton; BU Rennes
1. <https://passerelle.univ-rennes1.fr/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat06143a&AN=bur.146001&lang=fr&site=eds-live>
- Geiben, D., Jean-Marie, O., Verbiest, T., & Vilotte, J.-F. (2016). *Bitcoins et Blockchain : Vers un nouveau paradigme de la confiance numérique?* RB Édition.
- Greenwood, D. J., & Levin, M. (1998). Action research, science, and the co-optation of social research. *Studies in Cultures, Organizations and Societies*, 4(2), 237-261.
<https://doi.org/10.1080/10245289808523514>
- Grosse, N., Guerpinar, T., & Henke, M. (2021). Blockchain-Enabled Trust in Intercompany Networks Applying the Agency Theory. *Proceedings of the 2021 3rd Blockchain and Internet of Things Conference*, 8-14. <https://doi.org/10.1145/3475992.3475994>
- Gummesson, E. (2000). *Qualitative Methods in Management Research*. SAGE.
- Handfield, R. B., & Bechtel, C. (2002). The role of trust and relationship structure in improving supply chain responsiveness. *Industrial Marketing Management*, 31(4), 367-382. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(01\)00169-9](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(01)00169-9)
- Harland, C. M. (1996). Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks. *British Journal of Management*, 7(s1), S63-S80. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.1996.tb00148.x>

- Henderson, J. C., & Venkatraman, N. (1994). *Strategic alignment: A model for organizational transformation via information technology*. Oxford University Press: New York.
- Jensen, C., & Meckling, H. (1976). *THEORY OF THE FIRM: MANAGERIAL BEHAVIOR, AGENCY COSTS AND OWNERSHIP STRUCTURE*. 56.
- Jensen, M., & Meckling, W. (1992). Specific and General Knowledge and Organizational Science. *Contract Economics*.
- Karrer, U. (2018). *Making Blockchain Real for Business*. 32.
- Koberg, E., & Longoni, A. (2019). A systematic review of sustainable supply chain management in global supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 207, 1084-1098.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.033>
- Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain Practices, Potentials, and Perspectives in Greening Supply Chains. *Sustainability*, 10(10), 3652.
<https://doi.org/10.3390/su10103652>
- Kummer, S., Herold, D. M., Dobrovnik, M., Mikl, J., & Schäfer, N. (2020). A Systematic Review of Blockchain Literature in Logistics and Supply Chain Management: Identifying Research Questions and Future Directions. *Future Internet*, 12(3), Art. 3.
<https://doi.org/10.3390/fi12030060>
- Lazzeri, J. (2014). *Vers une traçabilité totale des supply chains : Le cas de l'agroalimentaire en France* [These de doctorat, Aix-Marseille]. <https://www.theses.fr/2014AIXM2000>
- Lesueur-Cazé, M., Bironneau, L., Lux, G., & Morvan, T. (2022). Réflexions sur les usages de la blockchain pour la logistique et le Supply Chain Management : Une approche prospective. *Revue Française de Gestion Industrielle*, 36(1), Art. 1.
<https://doi.org/10.53102/2022.36.01.917>
- Li, J., Wu, J., & Chen, L. (2018). Block-secure: Blockchain based scheme for secure P2P cloud storage. *Information Sciences*, 465, 219-231.

- Liu, Z., Luong, N. C., Wang, W., Niyato, D., Wang, P., Liang, Y.-C., & Kim, D. I. (2019). A Survey on Applications of Game Theory in Blockchain. *arXiv:1902.10865 [cs]*.
<http://arxiv.org/abs/1902.10865>
- Mandard, M. (2012). L'influence des réseaux inter-organisationnels sur les partenariats d'entreprises. *Management & Avenir*, 51(1), 99. <https://doi.org/10.3917/mav.051.0099>
- Mandard, M. (2015). *Les réseaux inter-organisationnels*. La Découverte.
- Medina, M. Z. J., Baudet, C., Doan, K., & Lebraty, J.-F. (2020). *Les impacts des technologies blockchain sous le prisme de la théorie de l'agence : Étude de cas multiple dans le domaine de la supply chain*. 19.
- Mevel, O., & Morvan, T. (2021). Relation de service, boucle de service et bouquet de services examinés dans un contexte logistique [Review of *Relation de service, boucle de service et bouquet de services examinés dans un contexte logistique*, par N. Morvan]. *European Review of Service Economics and Management*, 2021 – 2(n° 12), 35-68.
<https://doi.org/10.48611/isbn.978-2-406-12261-6.p.0035>
- Mölken, R. van. (2018). *Blockchain across Oracle: Understand the details and implications of the Blockchain for Oracle developers and customers*.
<http://proquest.safaribooksonline.com/?fpi=9781788474290>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. 9.
- Osmani, M., El-Haddadeh, R., Hindi, N., Janssen, M., & Weerakkody, V. (2021). Blockchain for next generation services in banking and finance: Cost, benefit, risk and opportunity analysis. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(3), 884-899.
<https://doi.org/10.1108/JEIM-02-2020-0044>
- Plane, J.-M. (2000). *Méthodes de recherche-intervention en management*. Harmattan.
- Puthal, D., Malik, N., Mohanty, S. P., Kougianos, E., & Das, G. (2018). Everything You Wanted to Know About the Blockchain: Its Promise, Components, Processes, and

- Problems. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 7(4), 6-14.
<https://doi.org/10.1109/MCE.2018.2816299>
- Queiroz, M. M., & Fosso Wamba, S. (2019). Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. *International Journal of Information Management*, 46, 70-82.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.021>
- 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* (p. 49-55).
<https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-01984296.html>
- Schein, E. H. (1969). *Process Consultation: Its Role in Organization Development*.
- Schein, E. H. (1999). *Process consultation revisited: Building the helping relationship*. Addison-Wesley Reading, MA.
- Shafagh, H., Burkhalter, L., Hithnawi, A., & Duquennoy, S. (2017). Towards Blockchain-based Auditable Storage and Sharing of IoT Data. *Proceedings of the 2017 on Cloud Computing Security Workshop - CCSW '17*, 45-50.
<https://doi.org/10.1145/3140649.3140656>
- Silverman, D. (2015). *Interpreting Qualitative Data*. SAGE.
- Sklaroff, J. M. (2017). Smart Contracts and the Cost of Inflexibility. *University of Pennsylvania Law Review*, 166, 263.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016, mai 10). The Impact of the Blockchain Goes Beyond Financial Services. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2016/05/the-impact-of-the-blockchain-goes-beyond-financial-services>

- Thiétart, R.-A. (2014). *Méthodes de recherche en management*. Dunod.
<http://international.scholarvox.com/book/88820817>
- 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.
- Wathne, K. H., & Heide, J. B. (2000). Opportunism in Interfirm Relationships: Forms, Outcomes, and Solutions. *Journal of Marketing*, 64(4), 36-51.
<https://doi.org/10.1509/jmkg.64.4.36.18070>
- Werbach, K. (2018). *The blockchain and the new architecture of trust*. MIT Press.
- Whyte, W., Greenwood, D., & Lazes, P. (1991). Participatory Action Research: Through Practice to Science in Social Research. In W. Whyte, *Participatory Action Research* (p. 19-55). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412985383.n2>
- Williamson, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism [Texte imprimé] : Firms, markets, relational contracting* (BU Centre – Magasins Cotes L L13537). Free Press.
- Xu, X., Weber, I., Staples, M., Zhu, L., Bosch, J., Bass, L., Pautasso, C., & Rimba, P. (2017). A Taxonomy of Blockchain-Based Systems for Architecture Design. *2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA)*, 243-252.
<https://doi.org/10.1109/ICSA.2017.33>
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE.

Appendix 1: List of documents and references

201010_0098	Sound file	Meeting	DSC WNA (Dev1 - Dev2)	Presentation of the modal shift: 55,000 loaded voyages and 19,000 empty voyages approximately	10/10/2020	1h57	Field exploration
201016_0099	Sound file	Meeting	DSC meeting	Search for BC applications	16/10/2020	0h58	Development of actions
201019_0100	Sound file	Meeting	DSC meeting	Conducting BC projects	19/10/2020	1h46	Development of actions
201101_0102	Sound file	Meeting	DSC IS Director for Digital Projects (ISD DP)	BC Development, modal shift	01/11/2020	2h16	Development of actions
201119_0103	Sound file	Meeting	DSC meeting	Internal coordination DSC	19/11/2020	00h05	Field exploration
210422_0105	Sound file	Meeting	DSC Start Up X - DG Start Up X	Start Up X presentation	22/04/2021	2h19	Field exploration
210507_0108	Sound file	Meeting	DSC WNA (ISD 2)	Interest for BC by WNA in the context of a big attack on IS	07/05/2021	1h16	Field exploration
210602_0111	Sound file	Meeting	Internal DSC	Project management with WNA	02/06/2021	00h59	Development of actions
210608_0113	Sound file	Conference	Group of companies	Start up W - blockchain - the role of trust	08/06/2021	56h58	Development of actions
210610_0116	Sound file	Meeting	Research team meeting	Research strategy	10/06/2021	00h05	Development of actions
210618_0120	Sound file	Meeting	DSC meeting - WNA (PRT3 - PRT1 - DSI 2 - PRT4)	How to drive WNA and DSC with regards to the BC topic	18/06/2021	01h19	Development of actions
210712_0121	Sound file	Meeting	DSC WNA (Dev1 - Dev2 - CHR1)	WNA - Research support	12/07/2021	00h56	Validation of actions
210804_0122	Sound file	Meeting	DSC WNA (Dev2 - CHR1)	WNA support - DSC IT steering	04/08/2021	00h36	Validation of actions
210804_0123	Sound file	Meeting	DSC Start Up X - partnership	WNA Support	04/08/2021	00h47	Development of actions
210818_0124	Sound file	Meeting	DSC - WNA	Phone conversation Dev1 support	18/08/2021	00h08	Development of actions
210929_0125	Sound file	Meeting	DSC Start Up X - PRT1 partnership	Start Up X partnership	29/09/2021	1h10	Development of actions
210929_0126	Sound file	Meeting	Internal communication PRT2	Revitalization of partnership project via PRT4 --> PRT2	29/09/2021	00h07	Development of actions
210929_0127	Sound file	Meeting	Internal communication PRT2	Start Up X DSC partnership: financial distribution issue	29/09/2021	00h02	Development of actions
210930_0128	Sound file	Conference	Start Up X - Augmented documents	Start Up X projects presentations	30/09/2021	00h59	Development of actions
211013_0129	Sound file	Conference	FLU AT Conference Event (round table)	Transporters' Association (AT) Roundtable	13/10/2021	01h39	Field exploration
211119_0130	Sound file	Presentation	Start Up X: The Start Up X tools	Start-up X principles and tools	19/11/2021	00h19	Development of actions
220106_0131	Sound file	Presentation	Start Up Y presentation	Start Up Y presentation within benchmark framework	06/01/2022	01h01	Development of actions
220106_0132	Sound file	Presentation	DSC - WNA interview	Survey questions Dev2 update on chartering process	06/01/2022	00h18	Field exploration
220106_0133	document	Minutes	WNA Start Up X meeting	Selection of Start Up X a solution			Validation of actions
220106_0134	document	Minutes	Digitalization projects presentation meeting	Problems with digitalization projects	19/08/2021		Validation of actions
220106_0135	document	Minutes	Project XXX	Projet XXX report	09/09/2021		Validation of actions
220106_0136	document	Minutes	WNA/BC workshop	WNA/BC workshop WNA interest for BC, project steering	21/05/2021		Validation of actions
220106_0137	document	Minutes	WNA (WNA (ISD))/DSC meeting	Next steps for project XXX	22/02/2021		Validation of actions
220106_0138	document	Notes	Note-taking for Benchmark meetings	Benchmark solutions in relation to WNA ecosystem (13 Meetings, interviews)			Development of actions
220106_0139	document	Minutes	Start Up Z meeting	hyperledger BC	05/05/2021		Development of actions
220106_0140	document	Notes	WNA Start Up X meeting	Contact-making with Start Up X	27/04/2021		Development of actions
220106_0141	document	Notes	WNA DSC meeting	DSC internal meeting for coordinating actions	25/05/2021		Development of actions
220106_0142	document	Specification	IS Digital transformation	cdc technical brief produced by DSC and consulting firm	01/11/2019		Access to field
220106_0143	document	Presentation	DSC: a network for a green economy	Green economy in water management for WNA	26/05/2021		Validation of actions
220106_0144	document	Presentation	DSC: how to address a blockchain topic	DS CIN intervention draft BC project scoping	26/05/2021		Validation of actions
220106_0145	document	Presentation	DSC: architecture proposal	IS project architecture scoping	20/12/2021		Validation of actions
220106_0146	document	Presentation	DSC: WNA (ISD) WNA (Territorial Director) blockchain mee	Blockchain presentation	26/05/2021		Validation of actions
220106_0147	document	E-mails	conversations	41 recorded conversations (103 E-mails exchanged)			Validation of actions

Chapitre 4

Blockchain in river transport supply chain organization: a network theory approach

Article présenté dans le cadre du congrès (Vietnam Symposium Supply Chain Management) VSSCM, du 25 au 26/10/2023 à Hanoï, Vietnam. Best paper award du congrès.



Blockchain in river transport supply chain organization: a network theory approach

Mathieu Lesueur-Cazé^a

Mathieu.lesueur@univ-rennes1.fr

Laurent Bironneau^a

Laurent.bironneau@univ-rennes1.fr

Thierry Morvan^a

Thierry.morvan@univ-rennes1.fr

^a Rennes University, CNRS, CREM – UMR 6211, Rennes, France,

Blockchain in river transport supply chain organization: a network theory approach

Abstract:

The development of blockchain projects in supply chains is likely to impact the complex relational space informed by the promotion of data exchange, transparency, and trust. Our paper therefore poses the following question: How does blockchain technology impact on the nature and quality of relationships between actors within a supply chain? To answer this question, we chose network theory to build our analytical framework supported by the analysis of a case study in the field of river transport. The findings show that the impact varies according to the nature of the selected blockchain (single-actor, consortium, or hybrid blockchain) and reinforces the mechanisms already present within networks: centralization, delegation of rights, and growth of the network or not.

Keywords: Blockchain, Network theory

Blockchain in river transport supply chain organization: a network theory approach

Introduction

Blockchain projects have witnessed a surge in popularity in recent years and companies across a range of industries now use this technology (Ahmad & al. 2021; Alkhudary, Brusset, & Fenies 2020; Dutta & al. 2020; Karakas, Acar & Kucukaltan 2021) In the agri-food sector, for instance, where one of the fundamental requirements is food traceability, blockchain technology facilitates data collection, its tracking, and integrity for all actors involved (producers, manufacturers, distributors, logistics service providers, etc.). In the luxury goods sector also, LVMH created Aurablock in partnership with Prada and Cartier in order to guarantee traceability across their common supply chain. These examples underscore the fact that the benefits are likely significant, especially when it comes to coordinating multi-actor supply chains (Bahga & Madiseti 2017; Saucède & Fenneteau 2017; Kin & al. 2018; Laforet & Bilek 2021; Lesueur-Cazé & al. 2022).

More generally, all blockchain projects rely on a platform that combines several tools such as consensus algorithms or *smart contracts*. While the former serve to maintain homogeneity across the network, the latter validate the conditions under which the transactions take place. Far from being mere technical solutions, a blockchain project brings together a group of actors that share standards, data, and a technical protocol. This in turn has an impact on their relations through the promotion of data exchange, transparency, and trust (Treiblmaier 2018); relations that vary in intensity and duration (Claye-Puau & al. 2014). This is particularly true in supply chains where a multitude of inter-organizational relations co-exist marked by an objective of operational collaboration, relations that are marked by power games and '*embedded in a dynamically interacting social network*' (Fattam 2019). Thus, a supply chain is also

a complex relational space (Fulconis, Nollet, & Paché 2014) made up of a large number of actors. Inter-organizational networks are defined as '*a system of exchange between companies with complementary resources and skills, developing a common project through strategies that are by nature cooperative, with relations that are both sustainable and close; a condition which is fundamental for the successful completion of the project that binds them*' (Paché & Paraponaris, 2006). The use of a network is thus synonymous with cooperation between companies (Josserand 2007; Lecoutre & Lièvre 2019). In the case of supply chains, networks have become places of harmonization, where confrontation is put aside in favor of a common search for compatible practices in terms of flows (Colin 2005).

This raises the question of how the adoption of blockchain technology might impact inter-organizational relations, especially relations developed between different actors within supply chains, as well as which modes of governance are required to manage these relations, essential for coordinating logistics flows. The present paper therefore addresses this issue by examining how blockchain technology impacts on the nature and quality of relations between actors within a supply chain.

To explore this question, we call on network theory, and more particularly, on the sociological stream of network analysis which focuses on social interactions and the nature and intensity of weak or strong ties between actors. We believe this theory is relevant in that blockchain and network theory share common concepts. Indeed, blockchain uses a consensus algorithm to get actors to reach agreements on how the network evolves. We can actually observe a strong connection between the digital process of consensus found in a blockchain and the consensus process at work in social networks. Similarly, reciprocity (reputation and repudiation), specific to the functioning of social networks, also operates in blockchains. There is indeed a reputation effect in the latter based on the history of transactions: all operations recorded in a blockchain are immutable, and while it is possible to exclude an actor from a blockchain, their transactions will nonetheless remain recorded in the blockchain. Trust is another element network theory and blockchains have in common. In the case of networks, trust is an end in itself: the fact that a network constitutes a space of trust (materialized by common practices, language, principles) constitutes an incentive for a company to join it. For blockchains, trust is a causality: participants do not trust each other *a priori* in a blockchain; it is the consensus algorithms and smart

contracts that provide evidence of this trust *a posteriori*. This leads some authors to suggest that a blockchain is "*trust without trust*" (Werbach 2018).

Thus, after analyzing the impact of blockchains on supply chains from the perspective of network theory (1), and introducing an empirical study based on action research conducted with a river network operator (2), we will put forward several managerial and theoretical implications in line with our research questions (3).

I- Blockchain technologies, supply chains, and network theories

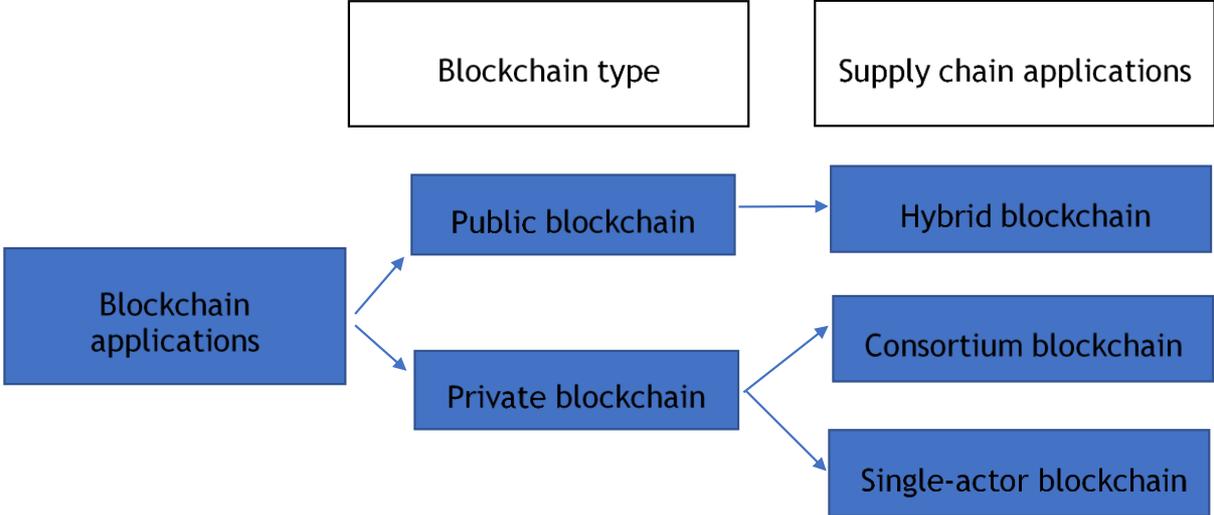
According to Josserand (2007), a network can be approached in two ways: either as a hybrid form between market and hierarchy as introduced by Williamson (1992), or as a network of individuals, in other words, a social network. The notions of social ties and cooperation characteristic of this second approach help to underscore the importance of the role played by the collaborative nature of a network in the competitive world of business (Josserand, 2007). The sociological concept of network analysis places considerable focus on social interaction and the way in which actors might experience exchanges, rather than on specific forms of governance and of contract underlying this exchange (Josserand, 2007). As such, the creation of value within a network is based on the ties that bind the network members with one another (Granovetter 1973). More specifically, a network is made up of a series of ties (relations) that connect actors (e.g., companies). Studying the position of actors within a given network and the type of tie (strong or weak) is of primary importance in this sociological approach. It should be noted that strong ties are likely to strengthen trust, reduce the risk of opportunism, and lower the cost of control. Weak ties, on the other hand, are more occasional and noncommittal; they are not regulated by an organization or a dedicated tool, and there is no shared investment between the actors involved. Granovetter (1973) argues that despite their apparent weakness, these ties are paradoxically more likely to be a source of opportunity.

Ultimately, networks result from ongoing relations between actors, thus promoting a positive climate and consequently facilitate the establishment of relations based on trust. Thus, in the case of supply

chains, networks are places of harmonization based not on confrontation but on the search for compatible practices in terms of flows (Colin 2005).

This brings us to analyze the ties and position of actors in relation to blockchain technology as it raises the issue of its repercussions on inter-organizational relations within supply chains. More specifically, the impact on the ties and position of actors needs to be considered according to the type of blockchain selected by the actors. Traditionally, the literature concurs in identifying three initial blockchain forms: public blockchain, private consortium blockchain, and individual "single-actor" blockchain (Heines & Gürpınar 2021). On the basis of this typology, we mapped the different blockchain applications relating to the supply chain used in our study (see Figure 1). The three types of blockchain all impact the relations and position of actors in various ways.

Figure 1: mapping the blockchain applications (Source: Authors)



1.1. Hybrid public blockchain network and supply chains

In a public blockchain, all participants have equal rights of access, and the consensus algorithm ensures a neutral distribution of decision-making among all the network members. From a technical perspective, using the public blockchain within the supply chain calls on only part of existing blockchain technology (generation of digital fingerprints). The blockchain application used in our study is connected to a server in which the digital fingerprints obtained on a public blockchain (decentralized system) authorize processes in a private information system (centralized system). This type of blockchain application can therefore be described as “hybrid”, while exchange rules of the public blockchain continue nevertheless to apply.

Ties in this type of network cannot be described as strong as the participants do not know each other and do not need to develop long-term trust-generating relations in order to carry out transactions. The KeeX application, a start-up specializing in document certification via public blockchains, allows a digital signature to be irremediably added when a container is registered, for example, on reaching the maritime port of Marseille. It is not necessary to belong to a blockchain in order to register; any participant in the supply chain can validate the registration. The ties between the nodes are therefore

weak. However, once a transaction has been carried out, it is immutably recorded in the shared ledger and its author can be traced in the event of fraud. From the network perspective, there is no central position or influence in this kind of configuration. Note that here we analyze relations from the blockchain perspective. Having weak ties in a blockchain gives a company more leeway to operate on other networks and to open up to other relational channels.

1.2. Consortium blockchain network and supply chains

For reasons of competitiveness and knowledge retention, the transparency offered by the public blockchain model is not suitable for all applications in the industrial sector. Manufacturers who already belong to a network will adopt a blockchain mechanism that allows them to retain corporate knowledge, while sharing the data that enables continuity across the value chain that characterizes supply chains. In this context, adoption of a consortium blockchain by manufacturers from a given sector allows them to deal with a common constraint.

In the aviation industry for example, a consortium blockchain was created to accredit aircraft parts. The consortium blockchain is part of the private blockchains, so only authorized members can access it. They differ from the individual "single-actor" blockchain in that in consortium blockchains, rights are distributed equally. Consortium blockchains result from long-term relations and are designed for the long term. They are therefore characterized by strong ties within a restrictive space. In addition, these blockchains use smart contracts which guide participants' behavior towards a common goal. This type of network is constrained by common procedures and does not encourage openness. Consortium blockchains are rarely compatible with other blockchains, although some cases of interoperability do exist such as between the KOMGO blockchain platform and the VAKT blockchain platform. From a governance perspective, it should be noted that these blockchains rely on a specific governance entity called "key management" which is designed to manage smart contracts and registration certificates and comprises representatives from each actor.

Ultimately, within a consortium, the blockchain helps to draw companies in the network closer together by facilitating an enhanced exchange of certified data. This certification by cryptographic means helps

to develop a system of trust that eases supply chain management. We can therefore speak of a community of practice in the sense that blockchain decentralizes both the coordination and decision-making functions of business. The need for cooperation is reflected in the information systems used, which must inevitably bypass the hierarchical systems that operate from dyad to dyad within a supply chain.

1.3- Private blockchain network and supply chains

Among the private blockchains we find individual private blockchains, which we will call single-actor blockchains hereafter. These originate from an individual actor in a dominant position in the organization wishing to maintain a vertical hold on the information. Such actors seek to extend their influence in the network they have formed, either in a positive way by encouraging behavior in line with their own strategy, or by pursuing their vertical integration in another form (Claye-Puau & al., 2014). The latter uses this type of blockchain in order to provide its suppliers with incentives. It is widely used by pivotal organizational actors in the supply chain. This type of blockchain allows the pivotal company to encourage other supply chain actors to respect its specific commitments to the end consumer (if it is a retailer), legislation, improve its image, or all three at once (e.g., Carrefour's blockchain). Rights are distributed unequally; the actors in the supply chain enter data but have no further rights. From the network perspective, this gives a central position to the initiator of the blockchain, who retains a dominant position. Ties are strong as companies that are part of a single-actor blockchain, both on the supplier and the buyer side, cannot easily opt out. This lock-in situation works both ways as the initiator of the single-actor blockchain is also strongly bound to the suppliers. Indeed, reinvesting additional expenses to establish the same type of ties with suppliers who have lower prices and are competitors of the first supplier demands a certain effort. It should be noted that the flow of data broadly supports the central position of the network, in other words, it starts on the periphery and moves towards the organizational hub.

II- The river network management case and our choice for action research

For emerging research topics where an understanding of organizational complexity is required to address the issue, action research (AR) (Baskerville 1999) or its alternative, intervention research (IR) (Plane 2000), seem to be particularly suitable methods. This is especially true in contexts where choices made by actors lead to outcomes that remain unexplored (or very little) by the scientific community. The potential application of blockchain by a Waterways Network Authority (referred to as WNA for reasons of confidentiality) selected for our study fully reflects this situation.

2.1. Case study presentation

WNA is a public institution whose role includes managing most of the French waterway network (i.e., 6700 km of waterways). France has the largest network of inland waterways in Europe, yet the share of waterway transport barely levels to 6.7% of national traffic. In the current context of global warming, the government is strongly encouraging inland waterway transport (Kauffmann & Guerin 2019), but many challenges exist. First, it is not simply a matter of attempting to revive river transport through incentives, but rather of upgrading the network with infrastructure that can cope with a wider range of services, including a modal shift to ensure a seamless goods transport process. At present, inland waterways transport mainly concerns bulk items (grain, chemical products, waste) (Zembri 2019), but in order to relay with seaports, container transport also needs to increase, particularly with the construction of the Seine-Nord Escaut Canal (SNEC) (Frémont & Franc 2008).

Second, the drive to expand this mode of transport also requires providing the entire ecosystem with digital resources. To make waterway transport profitable for all, the flow of volumes needs to increase, optimizing journeys by ensuring that barges are full in both directions. A continuous and consistent flow of information is therefore needed between all the waterway users, the clients, and the shippers. In addition to these organizational requirements, there are confidentiality issues, with the certification and authentication of documents inherent to the industrial sector linked to that of transport and logistics. Such coordination requires efficient means of traceability to follow the routing of products as minutely

as possible. WNA thus opted for blockchain solutions to ensure optimal conformity between the three major flows of supply chain management (SCM): logistics, information, and finance. Blockchain is acknowledged as being transparent, immutable, and extremely secure, and WNA considers it to be the optimal solution in its inland waterways management.

Finally, revitalization of inland waterways cannot take place without a network of actors convinced of its usefulness and profitability. These networks form communities where transport is organized, information is passed on, and prices are negotiated. In spite of themselves, they tend to work against their own desire to open up and boost inland waterway transport, by remaining difficult to integrate and beset by power games. Blockchains appear to have a positive effect on these factors as they help to reduce interpersonal relations while facilitating vectors of trust necessary for integration into these networks.

Several projects have been launched with the Digital Service Company (DSC) appointed by WNA to provide assistance and expertise in the digitalization project. A four-year plan was approved to build digital applications, comprising the deployment of Internet of Things (IoT), artificial intelligence, and inclusion of data in an enterprise resource planning (ERP) base via a common robot process automation (RPA) process. WNA only considered blockchain as a lever for this digitalization at a later stage, following an experiment carried out in the context of the transport of dangerous goods (XXX project, see Appendix 1). Blockchain technology can pass on evidence accompanying confidential and important data on transport as part of the document dematerialization process, adding an extra dimension not covered by enterprise data interchange (EDI). This point is crucial for WNA, which is why the latter commissioned ESN to find a logistics information monitoring solution that could operate between the different customers' systems in the form of dematerialization of the consignment note. This is the project that provides the framework for our action research initiative.

2.2. Action research and its analytical framework

The unknown and specific nature of any given field implies initiating analytical work while making choices and following results as they gradually emerge. A synergy therefore occurs between action and research, in which the two parts mutually feed each other (Argyris & al. 1985; Whyte, Greenwood &

Lazes 1991; Checkland & Holwell 1998; Greenwood & Levin 1998; Gummesson 2000). Data collected in this mixed participation and observation framework provides robust reliability, construct validity, and internal validity (Thiéart 2014, 297-330) which is not based solely on observation (classical case study) but is enriched by the researchers' experience. We followed the recommendations of Carmines (1990), Yin (2009), Thiéart (2014) and Silverman (2015) who identify four factors essential for all empirical study frameworks, namely: construct validity, construct reliability, internal validity, and external validity. We now consider each of these factors in relation to the empirical work conducted.

Construct validity

According to Thiéart, 2014, p. 301: "*When assessing construct validity, we must ensure that the operationalized concept does indeed reflect the theoretical concept.*" The project presentation and its acceptance by all those involved (researchers and practitioners) shows that the operationalized concept does indeed correspond to the theoretical concept.

Construct reliability

A qualitative research framework was adopted to answer our research question, with a hypothetico-deductive approach based on an intervention study. Thus, all of the empirical data (discussions with blockchain experts, participation in meetings, project management, etc.) (see Appendix 1) was coded according to the principles of the Eisenhardt model (Eisenhardt 1989). As shown in Appendix 1, the sources included in-depth interviews with people in charge of the project, potential service providers, and people from the inland waterway and maritime logistics community. As Yin (2009) suggested, data validation involved checking a variety of documentary sources, email exchanges, meeting minutes, memos, and transcripts of audio documents.

Internal research validity

To avoid potential errors that could compromise internal validity, we followed the recommendations of Boxenbaum & Battilana (2005) who argue that in the event of recent collective action (2016), actors involved should be interviewed before the results of the action are communicated (Thiéart, 2014, p. 314).

External research validity

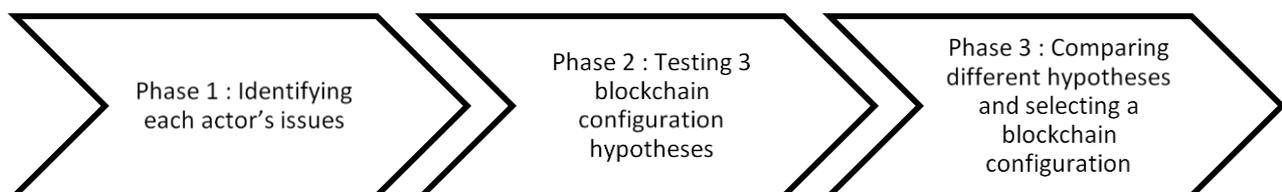
External validity examines how generalizable the research outcome can be and how it can re-applied to further settings (Thiéart, 2014, pp. 321-323). As a public institution subject to strict and specific administrative rules, WNA is to some extent a special case, but it seems possible to generalize the findings insofar as WNA's ecosystem is composed of private actors belonging to a supply chain in which the public body plays a facilitating role that could also be adopted by private structures such as logistics service providers (Fulconis, 2019). Moreover, it could also be replicated in other public services, as long as they also play a central institutional role.

The different phases of action research

All action research projects involve several phases (data collection, reporting of results, analysis, planning new actions, etc.) (Beckard & Harris 1987; Schein 1999; Coughlan & Coughlan 2002). Each of these phases requires a combination of participatory action and critical reflection so as to extract useful information that enhances knowledge on the topic (Dick, 2004). We conducted three distinct phases (see Figure 2), each of which was designed in accordance with the results of the previous phase, as recommended by Beckard & Harris, (1987), Schein, (1999), Coughlan & Coughlan, (2002). In line with Schein (1969), we adopted a process-consultant position during these phases.

The first phase allowed us to analyze the relations between sub-networks (i.e., between communities), based on network theory. More specifically, we analyzed the ties and existing nodes and the construction of these nodes. In the second phase, we simulated 3 hypotheses by analyzing the potential impact of three different blockchain applications. The third phase involved establishing a blockchain architecture to address the issues identified in the first two phases.

Figure 2: the three phases of the methodology (Source: Authors)



As WNA's relational fabric is highly complex, our model concentrated on the four central actors in the inland waterway transport system: the client, the charterer, the boatman, and WNA. Each type of actor forms a network or organization in their own right (see Figure 3). Boatmen, for example, can be considered as a network. Our analysis is thus at inter-organizational level.

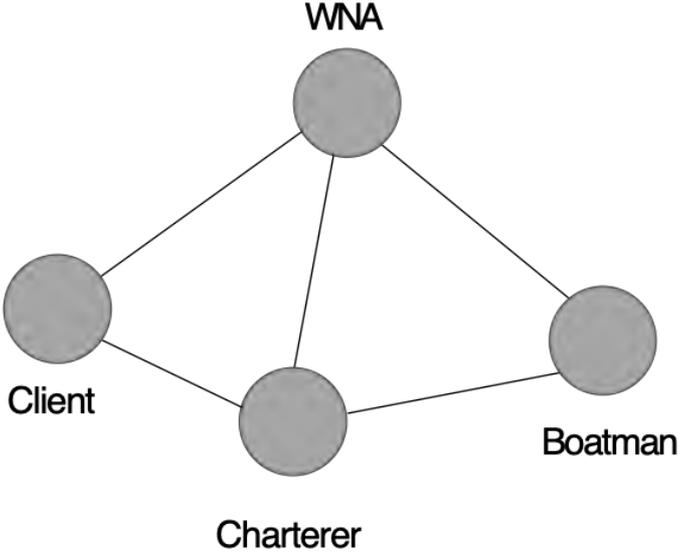


Figure 3: Network of actors around the WNA (Source: Authors)

2.3. Study case results

Below, we analyze the results obtained in each of the three phases.

Phase 1: Analysis of the issues of each of the 4 actors

The clients

The client represents any company that requests river transport. Although still little known, river transport may be of interest to a client as it allows goods to be taken directly to town centers (Collin 2003; Raimbault 2014; Tilly 2016; Zembri 2019), generates economies of scale compared to road transport (Lendjel & Fischman 2010) and consolidates policies promoting a responsible supply chain (Huet & Micheaux 2020). However, there are many obstacles for companies requesting this service.

First, since the sector is not consolidated, clients need to search for a service provider able to transport their goods without issue. Second, unless the client's site is located close to a river, an advanced storage solution close to the destination will be needed both at departure and arrival of the goods. It should be noted that in the case of international transport, the problem of transshipment or load shifting (sea-river) is sometimes handled by the seaport which deals with docking and loading of goods directly onto barges bound for major cities. In other cases, the port acts as a logistics service provider. Finally, since inland waterways remain a minor route, clients do not have sufficient leeway to negotiate transport prices, creating a situation of asymmetric information that is unfavorable to the client.

To offset these issues of trust, infrastructure, and negotiation, the client is liable to join a network to make an initial benefit/risk assessment. The annual trade fair organized by WNA provides the latter with an opportunity to establish the initial contact with companies providing logistics services. Clients first contact the WNA, which can provide them with freight forwarder contacts. Ties are then established with the charterers, logistics specialists, and loaders. However, clients rarely contact a boatman directly. The various cases observed in this study show that contracts between the client and the charterer are established on a long-term basis. Depending on the type of relationship, there are strong ties between clients and charterers. On the other hand, the tie between clients and WNA is somewhat weak as it simply involves a request for contacts. Clients "delegate" their relationship with WNA to the charterer.

The charterer

The charterer or freight forwarder is the person who liaises between the client's demand and the boatman's offer. Charterers have a choice of options to organize transport. They may or may not own a fleet of vessels; they may also operate certain loading/unloading facilities. They are not necessarily river operators, although they tend to be in the majority of cases. On this point, major shipping companies have grown very interested in river companies. Indeed, acquisition of the latter would enable them to increase their inland (also called hinterland) market share. As a liaising body, charterers hold a central position in the network, and are a central operator in the organization. The major charterers who own their own fleet have a strong influence on waterway operations, measures adopted, transport optimization, logistical coordination, and the prices charged. Since they enter into long-term contracts with clients and boatmen, the relations with each of these entities are relatively strong. Their strategic

position in the organization of the supply chain means that they have a great deal of influence in the choice of digital tools. As an example, a leading grain transport charterer in the Seine basin attempted to impose an IT tool on all barges transporting grain.

Charterers also have strong ties with WNA. Personnel frequently transfer between WNA and charterers, so the relationship between the two entities is fairly close.

The boatmen

Boatmen or owner boatmen form a community in their own right. Ties with WNA and with the charterer, on whom the boatmen are fully dependent, are relatively strong. The latter have little access to sophisticated information systems to find transport markets, so are forced to use a broker or charterer. In a way, they are also in a situation of information asymmetry. Boatmen do not have an overview of the entire market. For example, they do not know how to adjust their offer in relation to demand. Contracts in this ecosystem tend to be relatively long and trust is built over the long term. Large charter companies have largely absorbed this profession and today the proportion of independent owner boatmen is a minority. Despite this, independent boatmen gain access to transport markets through networks (trade fairs, river transport user associations, etc.), just like the charterers who, in this case, are direct competitors. WNA often puts them in touch with each other as part of a drive to make their transport more dynamic. Interactions between charterers and boatmen are conducted by e-mail or fax, and paper documents such as control sheets are routinely used. This makes it difficult to establish relationships of trust with the clients. There are now systems in place that monitor the goods, validation of the hold, etc. in real time. The introduction of a portal by WNA for the payment of transport taxes was very badly received by the boatmen, who refused to pay this tax for two years.

The Waterways Network Authority

As stated earlier, WNA is an institution that reports to the Ministry of Transport. As an institution, its sole objective is to promote the national policy for the development of inland waterway transport. WNA thus promotes this type of transport through a variety of initiatives. As a river manager, WNA is to some extent the network's support body and, as such, it aims to put the different actors in touch with each other more easily. If we look at WNA's ties with the other organizations in its ecosystem, WNA appears to have strong ties with boatmen and charterers. It is therefore not normal for WNA to favor one specific

market or the power of a specific type of actor at the expense of the others. However, WNA hopes to develop a digital tool that will facilitate the modal shift. In various meetings, this goal was shared by all the actors.

WNA supports the network and seeks to implement proposals that can create a certain level of buy-in by clients for the river solution. We now turn to the types of blockchain available to WNA and the impact this can have on the network.

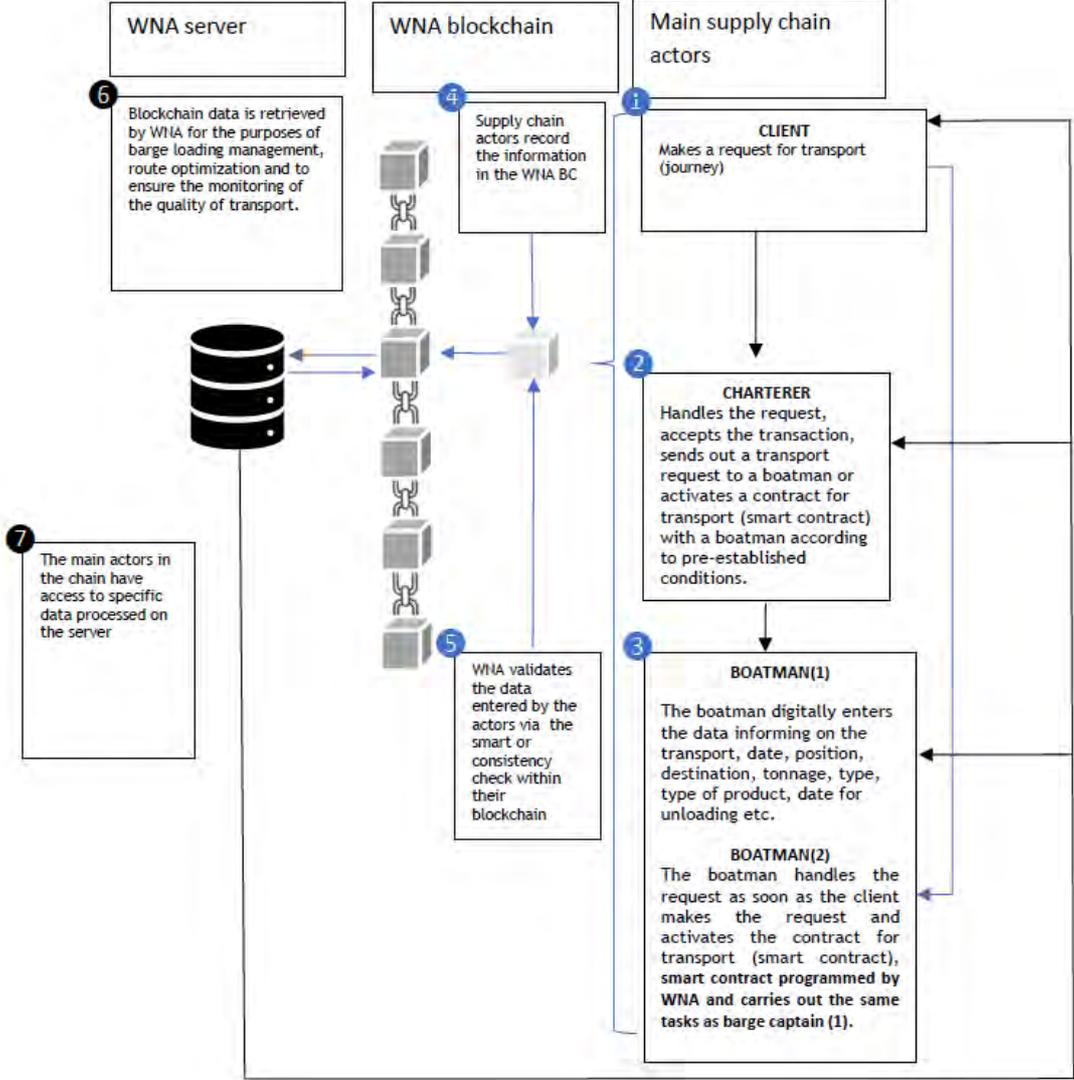
Phase 2: Blockchain construction hypotheses and impact on the network

In this research phase, we decided to analyze three types of blockchain architecture: a single-actor blockchain, a consortium blockchain, and a hybrid blockchain.

Hypothesis 1: Single-actor blockchain

In this type of configuration (see Figure 4), the river supply chain actors only have the right to enter data on the blockchain. The drafting of smart contracts and access rights to the blockchain is managed solely by WNA. Although rights are unevenly distributed, this scenario allows for a higher degree of transparency. Thus, some actors who were previously asymmetrically informed may find themselves in a more advantageous position. This is especially true for clients and boatmen, who benefit from the transparency this entails by allowing them to work without the charterer as an intermediary.

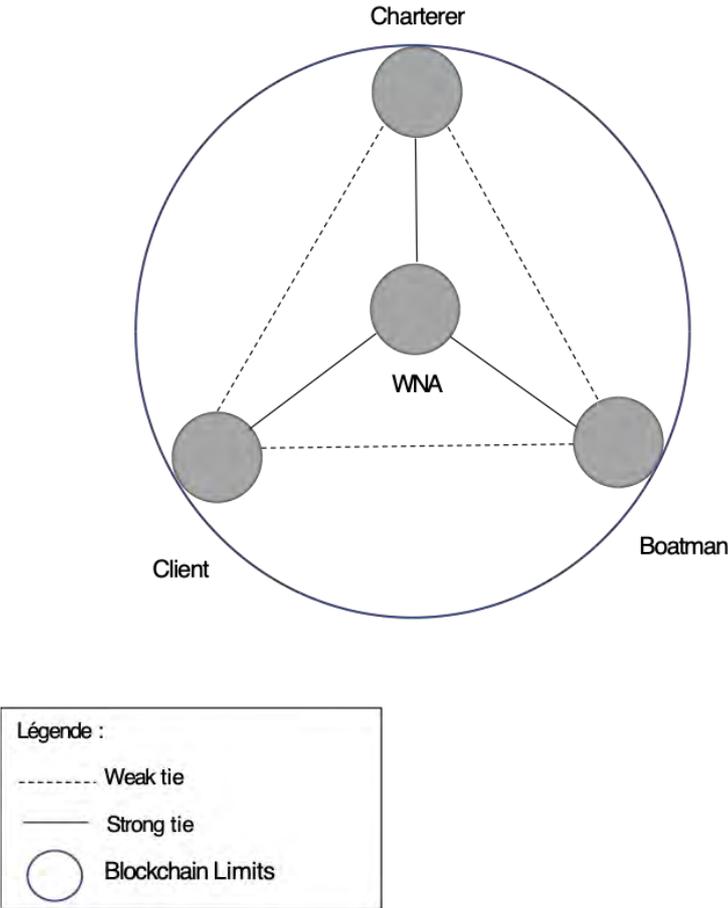
Figure 4: WNA single-actor blockchain information circuit (Source: Authors)



Each collaborator’s tie with WNA is strong (see Figure 5) as it plays a key role for each document and registration. On the other hand, in such a system, the strength of the ties with WNA dilutes the ties between the other actors. In terms of the network, this configuration centers around WNA. If we take a dynamic view of the process of joining the system, the single-actor blockchain is not very scalable. Indeed, each additional actor would require changes to the smart contracts, and actors who leave the system would remain registered in the blockchain. Moreover, this operation would entail quite a high

cost for WNA compared to more traditional systems such as an ERP, with WNA bearing all the costs for the other actors. From a governance point of view, we would find ourselves in a situation similar to that previously observed in the literature (Mendez & Mercier 2006): the case of a third-party state-appointed entity in charge of regulating river transport.

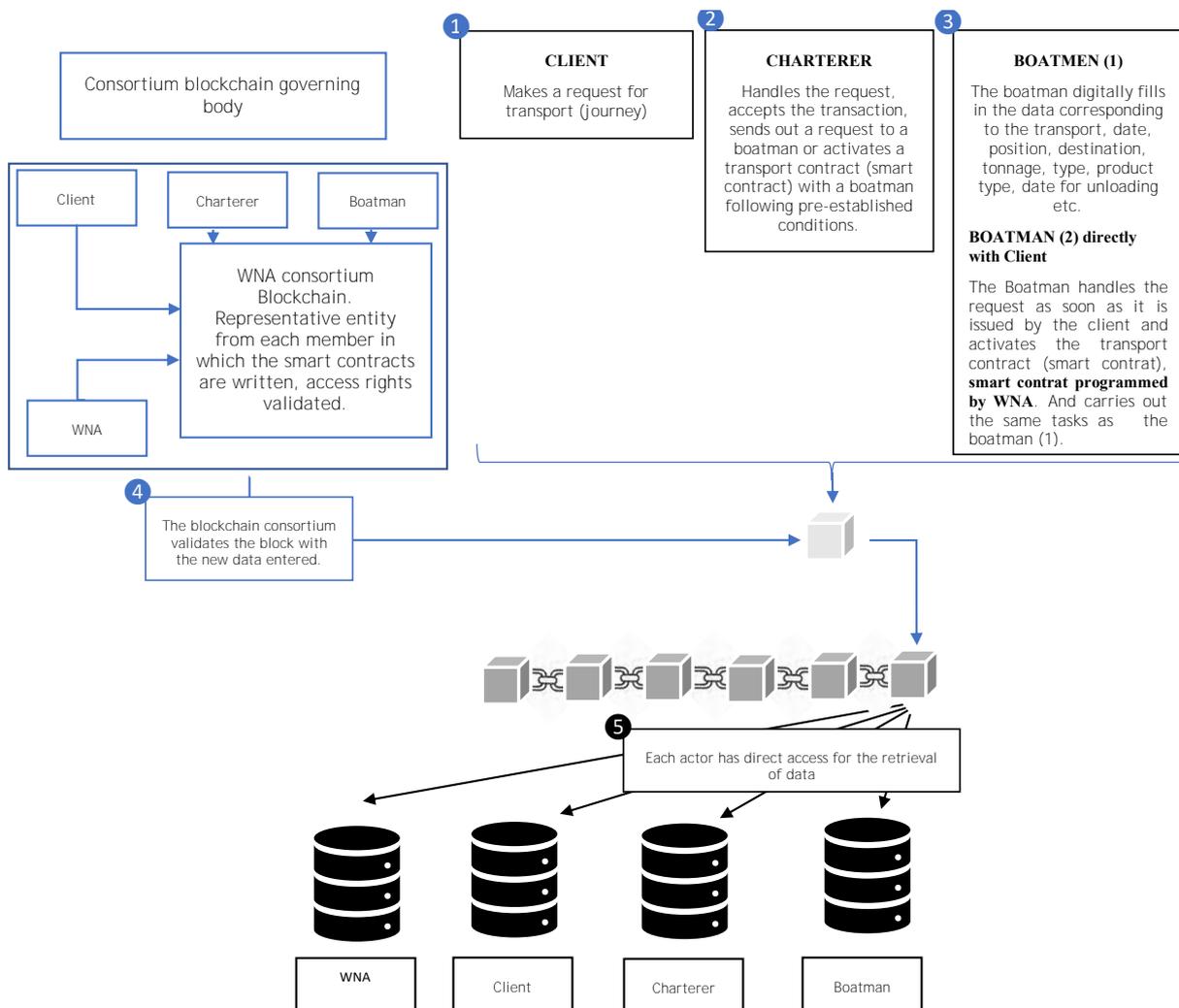
Figure 5: Network configuration in the presence of a private blockchain (Source: Authors)



Hypothesis 2: Consortium blockchain

Unlike the single-actor blockchain discussed in Hypothesis 1, the consortium blockchain envisaged gives its members equal rights. A consortium blockchain is in fact run by a multi-partner entity, in which each member is represented. This system is similar to community management (Figure 6). Several examples can be found, such as Komgo for oil trading, or the IBM Food trust for the food sector.

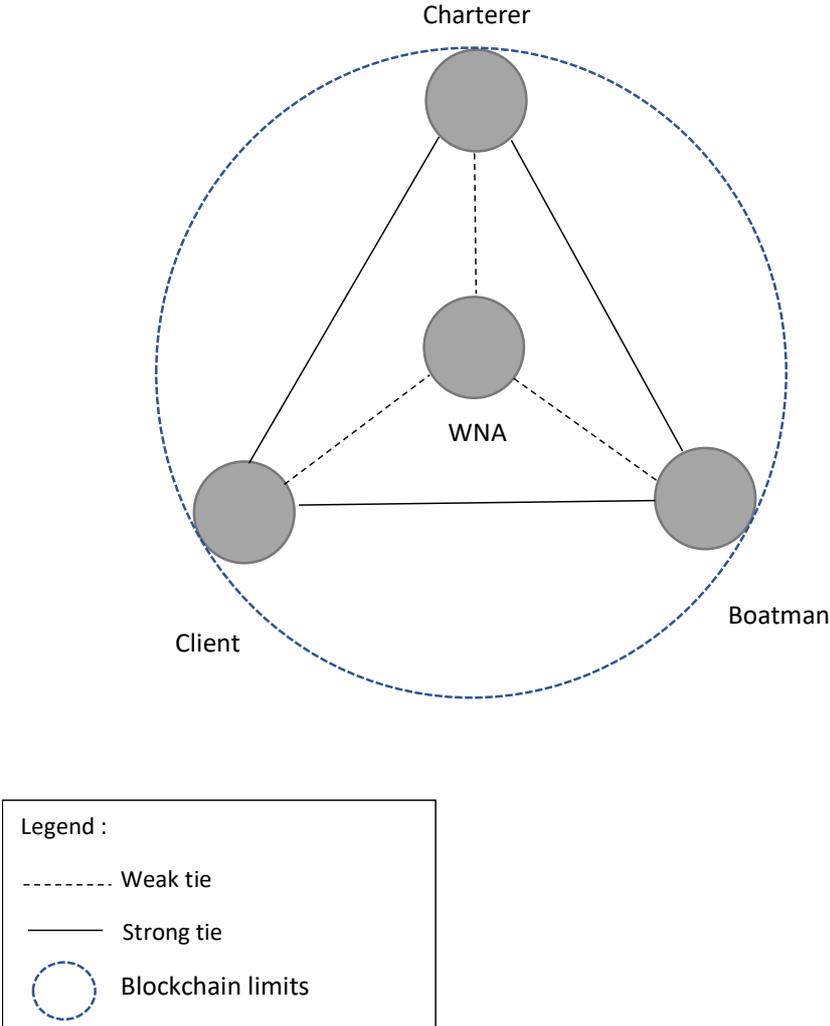
Figure 6: information circuit for the WNA consortium blockchain (Source: Authors)



This system was met with enthusiasm by researchers and practitioners, but now presents certain limitations. First, the costs linked to the programming of smart contracts, the upkeep of the governing body, etc. are very high. Given the costs involved in setting up a consortium blockchain compared to a conventional system, we cannot claim that it is more efficient. Everything depends on the number of

smart contracts to be written and the participation of the actors in the consortium’s construction budget. Second, in terms of the network, the consortium blockchain is not very scalable (Figure 7). In some cases, it can link up with other blockchains, but this will depend on the configuration of third-party users. For this reason, the space defined by the consortium blockchain is dotted.

Figure 7: network configuration in the presence of a consortium blockchain (Source: Authors)



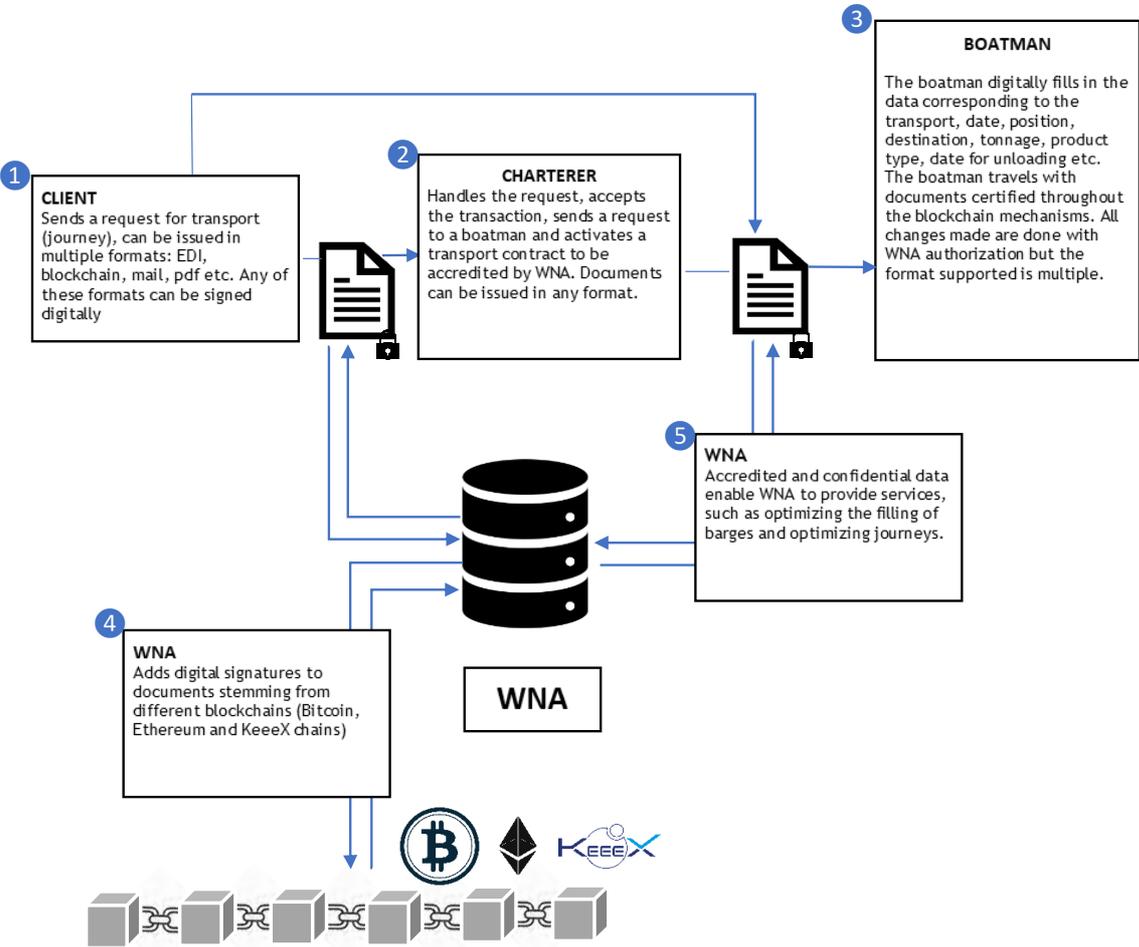
These dotted lines represent a degree of permeability in the blockchain and hence in the network. With regard to the network dynamics (i.e., its capacity to grow), it should be noted that in the case of a

consortium blockchain, the membership mechanisms are complex and mechanisms for leaving the consortium are generally not provided for. For a manager, joining a consortium blockchain means considering a single transactions channel over the long term. Finally, as far as governance is concerned, a consortium blockchain implies sharing rights and as such power, which an institution like WNA is not ready for. This was the main argument put forward by WNA during our presentation. If we now look at the options this system offers the various actors in a consortium, we can see that a client can enter into direct contact with a barge boatman without having to go through the charterer as an intermediary. However, we should remember that a consortium blockchain is steered by a "key management" entity representing all the members of the consortium; charterers could therefore sit on this decision-making board and make their voices heard. We should also remember that charterers own 60% of the inland waterway fleet and consequently their interests are concomitant with those of the barge industry as a whole.

Hypothesis 3: Hybrid blockchain

In this configuration (Figure 8), the WNA server acts as a supervisory intermediary for transactions that take place on its platform. This involves certifying all the documents inherent in the movement of barges on the rivers. We do not need to go into the technical details, but it should be noted that the system is designed in such a way that three digital signatures are required for authentication to be validated.

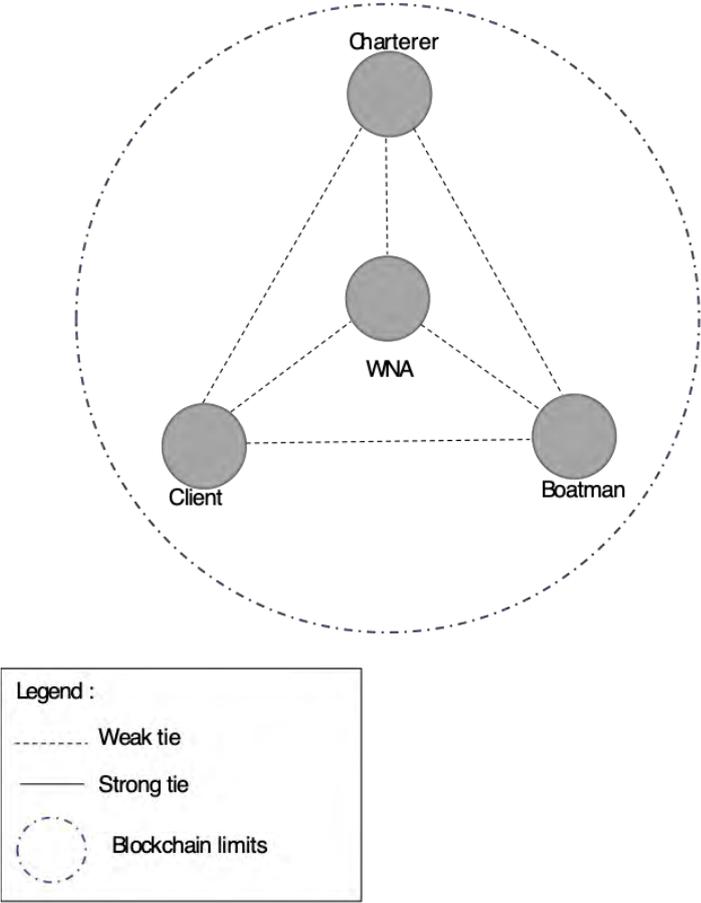
Figure 8: information circuit in the case of a hybrid blockchain (Source: Authors)



It should also be noted that these digital signatures are obtained through three blockchains: the Bitcoin blockchain, the Ethereum blockchain, and a private blockchain system devised by the Keeex start-up. In this way, the data relating to the various documents is certified for all the actors. The WNA server handles the loading and route optimization calculations via a web portal. All the support documents can thus be authenticated. The system is said to be interoperable, which gives it a certain openness and malleability. The network thus formed can interact with other networks. In terms of relations between actors, this approach positions WNA as a network support entity, but also allows other private or consortium blockchains to be created. EDI systems can also be maintained. The WNA platform gives access to services such as load calculation, route optimization, modal shift, etc. WNA thus cements the relations between the various actors, but apart from some basic information, no additional data is

requested. Joining or leaving the system is relatively easy, and actors already committed to an information system are not obliged to abandon it in favor of the new system. To some extent, the tie with WNA is weak for the different actors, and it can also be weak between them. Everything will depend on the system chosen (see Figure 9). For charterers, however, such a system could well be disadvantageous since, once again, they could be left out, unless they set up other ties through contracts or other information systems.

Figure 9: Network configuration in the presence of a hybrid blockchain (Source: Authors)



Phase 3: Comparing the different blockchain construction hypotheses and their impact on the network

Observations from the previous phases are summarized in the following table.

Table 1: Comparative table of the different structures and their impact on the network
(Source: Authors)

Type of structure	Delegation of rights	Types of relationships between the actors	Interoperability	Network scalability/dynamism
Single-actor BC	Unequal rights	Each actor has strong ties with WNA. Weak ties between the different actors	Weak	Difficult
Consortium BC	Equal rights	Strong ties between the different actors. The actors have weak ties with WNA	Medium depending on the type of blockchain adopted	Poorly open network
Hybrid BC	Format imposed by WNA, but actors are free to use other systems	Weak relations between all the actors	Strong across all registration systems	Possible, open network

Contrary to blockchain precepts which imply that a system should be open, we can observe a potential for private blockchain models to get locked into process templates, which are certainly clear, sometimes transparent, but non-evolutive. However, the condition for a network's existence rests in its dynamic for development. WNA chose the "Server linked to a blockchain" model (see Table 1) to administer its network. It should be noted that this choice was not made strictly in the light of what was presented in this paper. Indeed, systems based on a centralized architecture (client-server) are reassuring for actors as they remain within well-known processes. On the contrary, blockchain mechanisms can be confusing

for many and arouse concern. However, other organizations in this sector did successfully adopt blockchain systems (MAERSK, CMA-CGM). These private "single-actor" blockchain systems are mainly based on the principle of creating a lock-in system with partners and the aim of these large shipping companies is to also take over the hinterland. This option is not ruled out by WNA, which is why imposing a document registration format enables them to stay out of the competitive game while providing a framework for transactions. Belonging to a private blockchain would have implied an undeniable loss of power. The adoption of a hybrid blockchain by WNA grants the institution a certain degree of power; all waterway freight transport now requires a compulsory declaration, while in the past such declarations were voluntary. Moreover, it is in the users' interest to use the application that underlies the declaration as it also allows them to calculate the barge load, transport optimization. It should also be noted that this application does not give the details of private agreements and thus cannot be said to exercise a centralizing power. Ultimately, the application developed by WNA puts the supply chain actors in touch with one another, a role often assigned to the logistics service provider. It should be noted that this application also manages the pooling and optimization of the barge hold, without handling the commercial aspects.

The information system equipment conditions the supply chain members with respect to their vision of the sector in which they conduct their activity (Chanut, Capo & Bonet 2010; CHANUT, Capo, et Bonet-Fernandez 2011; Chanut & Poirel 2012). Independent boatmen are often under-equipped in terms of computers, placing them in a position of information asymmetry, in contrast to charterers who are far better equipped in terms of information systems and have a clearer overview of the market. The application developed by WNA should not create an additional barrier for boatmen. In order to achieve this objective, membership to the network should be as simple and accessible as possible for them. By producing an application that makes this accessibility and simplicity possible, WNA has created a weak tie with and between users.

III - Implications

The implementation of blockchain technologies in the industrial sector is an outcome of the search by businesses for solutions that facilitate interface management. Our findings show that, depending on the type of blockchain, the governance schemes envisaged are reinforced. The private blockchain is more of a tool for pivotal companies, with a view to controlling the network they are part of. The consortium blockchain offers a more cooperative solution, helping to coordinate a network when confronted with a common problem by giving everyone equal rights. The hybrid blockchain, on the other hand, offers network members greater coordination, but it also has the potential (interoperability, ease of use) to expand beyond the network. In terms of supply chain management, it thus implies going beyond a network's boundaries and viewing the solution as a network of networks, i.e., a meta-organization.

Transport is of course a major actor in the added-value of a product. Product-related data must not be lost or erased as a result of the multiple transfers during its transport. In the case of bulk transport, for example, sand of a certain quality must not be confused with lower quality sand. In addition, failure to comply with certain transport conditions, such as temperature conditions for food or health products, can have serious consequences on a product. These examples underscore the fact that the transversality of interactions reaches beyond company boundaries. For this reason, networks should not intend to erect barriers for entry. On the contrary, they should adopt flexible, relatively fluid forms, and be permeable while having clear operating conditions. The ties that make up the network should not be so binding as to dominate one of the partners over another. Thus, the hybrid blockchain offers a moderate application as it is not too binding, while remaining present across all exchanges. This observation is in line with the conclusion of Granovetter (1973), for whom a network's strength comes from the weakness of its ties, in other words, from its apparent weakness.

This observation is in line with other theories, notably on antifragility (Frimousse & Gaillard 2021): weak ties keep members of a network on alert as to possible tension. Moreover, as opportunities for cooperation, weak ties allow firms to increase their dynamic capabilities (Fulconis 2019).

It is tempting to think that a blockchain modifies or creates ties. While a blockchain can indeed modify ties, it cannot create them if the network does not exist in the first place. In our case, the network preceded use of the blockchain. The type of blockchain adopted is thus a consequence of the relations between the different entities within a network. The notion of trust generated by a blockchain must therefore be examined and, counter to what we find in the literature (Hawlitschek, Notheisen & Teubner 2018; Werbach 2018; Montecchi, Plangger & Etter 2019; Howson 2020; Wan, Gao & Hu 2022), a minimum degree of trust is needed for companies to view the blockchain as a solution. Our work confirms that of Granovetter (1973); weak ties do indeed allow the most efficient blockchain solutions to be implemented. The weak ties found in a hybrid blockchain do not, in fact, commit a company to the costly process of writing smart contracts, the need for several meetings before reaching agreement on their content, on operations, etc. The hybrid blockchain can be used or operated reciprocally with public and private blockchains, as well as with all EDI formats and email exchanges. By creating the potential for ties with standard communication systems, a hybrid blockchain helps to get around the barriers created by data silos. This involves overcoming the traditional fragmented system of BtoB relations currently found in supply chains. Ultimately, the weak ties created by the hybrid blockchain and its interoperability give the network an open and cohesive character.

The blockchain is often portrayed as enabling the retrieval of a trusted third party. This is indeed the case if we observe what happens in hypotheses 1, 2 and 3. That being said, the charterer plays a liaising and coordinating role that a computer system cannot entirely replace. It can be assumed that the same is true on a larger scale, and that the removal of a third party only occurs if the other actors agree and are ready to do so, and/or if the rules of the legal framework change. This retrieval of a third party following the blockchain's installation is not spontaneous and is conducted with the support of certain key actors. All this confirms that it is the network that first decides on the use of a type of digital tool according to the context and its own governance structure (regulations, standards, audits, games of power). The blockchain comes next as the most efficient format for their interactions.

Conclusion

In this paper we ask the following question: How does blockchain technology impact on the nature and quality of relationships between actors within a supply chain? Our findings show that the impact varies according to the nature of the blockchain selected (single-actor, consortium, or hybrid) and reinforces the mechanisms already in place within the networks: i.e., centralization, delegation of rights, and growth or not of the network. In continuum with Granovetter (1973), we argue that weak ties seem to allow the creation of more efficient networks.

Our study does however have certain limitations. Given the multiple facets of social exchanges and their repercussions, analyzing the relations between actors from the perspective of social interactions limits our comprehension to some extent. Moreover, we placed relations between individuals and between companies on the same level, but we cannot be sure that individuals always act in the interests of the company they represent. Thus, other research avenues could be explored by adopting the lens of other theories, such as agency theory to delve deeper into how power affects relationships, or else commons theory if we consider the waterway as a collaborative common whereby blockchain can be used as a management tool. Moreover, the collaborative aspect of blockchain networks could be further highlighted by using certain related theories such as dynamic capabilities (Fulconis & al., 2019) or antifragility (Frimousse & Gaillard, 2021) in order to withstand unforeseen shocks. These research avenues could help shed light on further dimensions of blockchain when applied to Supply Chain Management.

References

- Ahmad, Raja Wasim, Haya Hasan, Raja Jayaraman, Khaled Salah, et Mohammed Omar. 2021. « Blockchain Applications and Architectures for Port Operations and Logistics Management ». *Research in Transportation Business & Management*, février, 100620. doi:10.1016/j.rtbm.2021.100620.
- Alkhudary, Rami, Xavier Brusset, et Pierre Fenies. 2020. « Blockchain in general management and economics: a systematic literature review ». *European Business Review* 32 (4). Emerald Publishing Limited: 765-83. doi:10.1108/EBR-11-2019-0297.
- Argyris, Chris, Robert Putman, Robert David Putnam, Diana McLain Smith, et others. 1985. *Action science*. Vol. 13. Jossey-bass.
- Bahga, Arshdeep, et Vijay Madiseti. 2017. *Blockchain Applications: A Hands-On Approach*. VPT.
- Baskerville, Richard L. 1999. « Investigating Information Systems with Action Research ». *Communications of the Association for Information Systems* 2. doi:10.17705/1CAIS.00219.
- Beckard, R, et R Harris. 1987. « Organizational Transitions: Managing Complex Change. 2e éd ». *Reading, Massachusset: Addison-Wesley*.
- Boxenbaum, Eva, et Julie Battilana. 2005. « Importation as Innovation: Transposing Managerial Practices across Fields ». *Strategic Organization* 3 (4). SAGE Publications: 355-83. doi:10.1177/1476127005058996.
- Carmines, Edward G. 1990. « Zeller. RA (1979) Reliability and validity assessment ». *Quantitative applications in the social sciences (Series/No. 07-017)*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Chanut, Odile, Claire Capo, et Dominique Bonet. 2010. « La mutualisation des moyens logistiques ne concerne-t-elle que les grandes entreprises ? Le point des pratiques dans les systèmes verticaux contractuels », 20.
- Chanut, Odile, Claire Capo, et Dominique Bonet-Fernandez. 2011. « De la mutualisation verticale à la mutualisation horizontale : les enjeux et les critères de choix logistiques des reseaux selectifs contractuels ». *Revue française de gestion industrielle* 30: 37-59.
- Chanut, Odile, et Carole Poiriel. 2012. « Quand les organisations en réseau réagissent collectivement face à la crise ». *Revue française de gestion* 38 (223): 105-22. doi:10.3166/rfg.223.105-122.
- Checkland, Peter, et Sue Holwell. 1998. « Action Research: Its Nature and Validity ». *Systemic Practice and Action Research* 11 (1): 9-21. doi:10.1023/A:1022908820784.
- Claye-Puaux, Sophie, Jennifer Lazzeri, Béatrice Meurier, et Aurélien Rouquet. 2014. « Le rôle des pivots organisationnels dans l'intégration globale des supply chains ». *Logistique & Management* 22 (3). Taylor & Francis: 27-37. doi:10.1080/12507970.2014.11517060.
- Colin, Jacques. 2005. « Le supply chain management existe-t-il réellement ? » *Revue française de gestion* 156 (3). Cachan: Lavoisier: 135-49. doi:10.3166/rfg.156.135-149.

Collin, Michèle. 2003. « Ville Portuaire, Acteur Du Développement Durable ». *Ville Portuaire, Acteur Du Développement Durable*. L'Harmattan, 1-200

Coughlan, Paul, et David Coughlan. 2002. « Action research for operations management ». *International Journal of Operations & Production Management* 22 (2). MCB UP Ltd: 220-40. doi:10.1108/01443570210417515.

Dutta, Pankaj, Tsan-Ming Choi, Surabhi Somani, et Richa Butala. 2020. « Blockchain Technology in Supply Chain Operations: Applications, Challenges and Research Opportunities ». *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 142 (octobre): 102067. doi:10.1016/j.tre.2020.102067.

Eisenhardt, Kathleen M. 1989. « Building theories from case study research ». *Academy of management review* 14 (4). Academy of management Briarcliff Manor, NY 10510: 532-50.

Fattam, Nejib. 2019. « Mutation de la prestation par innovation relationnelle : la puissance des réseaux sociaux et leurs usages par les 4PL ». *Logistique & Management* 27 (4). Taylor & Francis: 264-75. doi:10.1080/12507970.2019.1641166.

Frémont, Antoine, et Pierre Franc. 2008. « Voies navigables et desserte portuaire. Massifier les flux pour intégrer le transport fluvial dans les chaînes logistiques portuaires : étude des impacts économiques et environnementaux. Le cas du transport fluvial conteneurisé ». <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00544625>.

Frimousse, Soufyane, et Hugo Gaillard. 2021. « Monde chaotique : au-delà de la résilience, vers l'antifragilité ». *Recherches en Sciences de Gestion* 142 (1). Ecully: ISEOR: 271-307. doi:10.3917/resg.142.0271.

Fulconis, François. 2019. « Pilotage de Réseaux. Quel Rôle Pour Le Prestataire de Services Logistiques ? » hal-02280649. *Post-Print*. Post-Print. HAL. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-02280649.html>.

Fulconis, François, Jean Nollet, et Gilles Paché. 2014. « La banalisation de l'offre de services logistiques : quelles réponses stratégiques des PSL face au risque de l'effet « toboggan » ? » *The Banalisation of Logistical Services: Strategic Solutions by LSPs Facing the « Slide » Effect*. 22 (2): 7-17. doi:10.1080/12507970.2014.11517048.

Granovetter, Mark S. 1973. « The Strength of Weak Ties ». *American Journal of Sociology* 78 (6). University of Chicago Press: 1360-80.

Greenwood, Davydd J., et Morten Levin. 1998. « Action research, science, and the co-optation of social research ». *Studies in Cultures, Organizations and Societies* 4 (2). Routledge: 237-61. doi:10.1080/10245289808523514.

Gummesson, Evert. 2000. *Qualitative Methods in Management Research*. SAGE.

Hawlitshchek, Florian, Benedikt Notheisen, et Timm Teubner. 2018. « The limits of trust-free systems: A literature review on blockchain technology and trust in the sharing economy ». *Electronic Commerce Research and Applications* 29 (mai): 50-63. doi:10.1016/j.elerap.2018.03.005.

Heines, Roger, et Tan Gürpınar. 2021. « Towards a Typology of Blockchain-Based Applications : A Conceptualization from a Business Perspective ». In , 92-101. Hochschule Mittweida. doi:10.48446/opus-13082.

- Howson, Peter. 2020. « Building Trust and Equity in Marine Conservation and Fisheries Supply Chain Management with Blockchain ». *Marine Policy* 115 (mai): 103873. doi:10.1016/j.marpol.2020.103873
- Huet, Jean-Michel, et Jean-Marie Micheaux. 2020. *Les défis de la supply chain: Logistique et achat, le renouveau ?* Pearson.
- Josserand, Emmanuel. 2007. « Le pilotage des réseaux ». *Revue française de gestion* 170 (1): 95-102.
- Karakas, Serkan, Avni Zafer Acar, et Berk Kucukaltan. 2021. « Blockchain adoption in logistics and supply chain: a literature review and research agenda ». *International Journal of Production Research* 0 (0). Taylor & Francis: 1-24. doi:10.1080/00207543.2021.2012613.
- Kauffmann, Antoine, et Frank Guerin. 2019. « Le paradoxe du transport fluvial français à L'aune du management public durable ». In *Colloque AIRMAP 2019 de l'Association Internationale de Recherche en Management Public*.
- Kin, Vichara, François Jan, Marie-Pascale Senkel, et Serge Bonnaud. 2018. « Blockchain et SCM : repenser la collaboration, la confiance et le pouvoir dans la supply chain. » In . Paris, France.
- Laforet, Lisa, et Gisèle Bilek. 2021. « Blockchain: an inter-organizational innovation likely to transform supply chain ». *Supply Chain Forum: An International Journal* 22 (3). Taylor & Francis: 240-49. doi:10.1080/16258312.2021.1953931.
- Lecoutre, Marc, et Pascal Lièvre. 2019. « Le lien faible coopératif: Une poursuite du programme de Granovetter ». *Revue Française de Gestion* 45 (279). Lavoisier: 11-26. doi:10.3166/rfg.2019.00316.
- Lendjel, Emeric, et Marianne Fischman. 2010. « Changements institutionnels et efficience de l'affrètement au voyage dans le transport fluvial de marchandises ». <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00515244>.
- Lesueur-Cazé, Mathieu, Laurent Bironneau, Gulliver Lux, et Thierry Morvan. 2022. « Réflexions sur les usages de la *blockchain* pour la logistique et le Supply Chain Management : une approche prospective ». *Revue Française de Gestion Industrielle* 36 (1): 60-82. doi:10.53102/2022.36.01.917.
- Mendez, Ariel, et Delphine Mercier. 2006. « Compétences-clés de territoires. Le rôle des relations interorganisationnelles ». *Revue française de gestion* 164 (5). Cachan: Lavoisier: 253-75. doi:10.3166/rfg.164.253-276.
- Montecchi, Matteo, Kirk Plangger, et Michael Etter. 2019. « It's Real, Trust Me! Establishing Supply Chain Provenance Using Blockchain ». *Business Horizons* 62 (3): 283-93. doi:10.1016/j.bushor.2019.01.008
- Paché, Gilles, et Claude Paraponaris. 2006. « L'entreprise en réseau: approches inter et intra-organisationnelles », 180.
- Plane, Jean-Michel. 2000. *Méthodes de recherche-intervention en management*. Paris: Harmattan.
- Raimbault, Nicolas. 2014. « Ports de paris : un pilote du développement logistique de la métropole parisienne ? » In *Fleuves et territoires, Mâcon : Institut de recherche du Val de Saône-Mâconnais*, édité par BERNADET M et FREMONT A, 115-27. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01232268>.
- Saucède, Florent, et Hervé Fenneteau. 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*, 49-55. Droits, pouvoirs et sociétés. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-01984296.html>.

Schein, Edgar H. 1999. *Process consultation revisited: Building the helping relationship*. Addison-Wesley Reading, MA.

Silverman, David. 2015. *Interpreting Qualitative Data*. SAGE.

Thiétart, Raymond-Alain. 2014. *Méthodes de recherche en management*. Paris: Dunod.

<http://international.scholarvox.com/book/88820817>.

Tilly, Pierre. 2016. « Conclusions : le transport fluvial au coeur des préoccupations et des enjeux contemporains ». *Revue belge de Philologie et d'Histoire* 94 (4). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 1029-41. doi:10.3406/rbph.2016.8917.

Treiblmaier, Horst. 2018. « The Impact of the Blockchain on the Supply Chain: A Theory-Based Research Framework and a Call for Action ». *Supply Chain Management, Vol. 23 No. 6, pp. 545-559*. <https://doi.org/10.1108/SCM-01-2018-0029>

Wan, Yinglin, Yuchen Gao, et Yimei Hu. 2022. « Blockchain Application and Collaborative Innovation in the Manufacturing Industry: Based on the Perspective of Social Trust ». *Technological Forecasting and Social Change* 177 (avril): 121540. doi:10.1016/j.techfore.2022.121540.

Werbach, Kevin. 2018. *The blockchain and the new architecture of trust*. Information policy series. Cambridge, MA: MIT Press.

Whyte, William, Davydd Greenwood, et Peter Lazes. 1991. « Participatory Action Research: Through Practice to Science in Social Research ». In *Participatory Action Research*, par William Whyte, 19-55. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States: SAGE Publications, Inc. doi:10.4135/9781412985383.n2.

Williamson, Oliver E. 1992. « Markets, hierarchies, and the modern corporation. An unfolding perspective ». *Journal of Economic Behavior and Organization* 17 (3): 335-335-52. doi:10.1016/S0167-2681(95)90012-8.

Yin, Robert K. 2009. *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE.

Zembri, Pierre. 2019. « Les métropoles fluviales: concilier aménagement et logistique pour un développement urbain durable, Antoine Beyer et Jean Debrie (dir.), Paris : L'œil d'or, Collection Critiques & Cités, 2014 ». *Flux* 116-117 (2-3). Marne-la-Vallée: Université Gustave Eiffel: 230-32. doi:10.3917/flux1.116.0230.

201010_0098	Fichier son	Réunion	ESN GRF (Dev1 - Dev2)	Présentation du report modal : 55000 voyages chargés et 19000 voyages à vide environ	10/10/2020	1h57	exploration du terrain
201016_0099	Fichier son	Réunion	Réunion ESN	Recherche des applications BC	16/10/2020	0h58	élaboration des actions
201019_0100	Fichier son	Réunion	Réunion ESN	Conduite des projets BC	19/10/2020	1h46	élaboration des actions
201101_0102	Fichier son	entretien	ESN Resp DSI GD	Développement des BC, report modal	01/11/2020	2h16	élaboration des actions
201119_0103	Fichier son	Réunion	Réunion ESN	Coordination interne ESN	19/11/2020	00h05	exploration du terrain
210422_0105	Fichier son	entretien	ESN Start Up X - DG Start Up X	Présentation Start Up X	22/04/2021	2h19	exploration du terrain
210507_0108	Fichier son	Réunion	ESN GRF (DSI 2)	Intérêt de la BC pour GRF contexte grosse attaque du SI	07/05/2021	1h16	exploration du terrain
210602_0111	Fichier son	Réunion	ESN interne	Management du projet avec GRF	02/06/2021	00h59	élaboration des actions
210608_0113	Fichier son	conférence	Regroupement d'entreprises	Start up W - blockchain - rôle de la confiance	08/06/2021	56h58	élaboration des actions
210610_0116	Fichier son	Réunion	Réunion équipe de recherche	Stratégie de recherche	10/06/2021	00h05	élaboration des actions
210618_0120	Fichier son	Réunion	Réunion ESN - GRF (PRT3 - PRT1 - DSI 2 - PRT4)	Comment mettre en dynamique GRF et ESN sur le sujet de la BC	18/06/2021	01h19	élaboration des actions
210712_0121	Fichier son	Réunion	ESN GRF (Dev1 - Dev2 - CHR1)	Accompagnement GRF - Recherche	12/07/2021	00h56	validation des actions
210804_0122	Fichier son	Réunion	ESN GRF (Dev2 - CHR1)	Accompagnement GRF - ESN pilotage par l'informatique	04/08/2021	00h36	validation des actions
210804_0123	Fichier son	Réunion	ESN Start Up X - partenariat	Accompagnement GRF	04/08/2021	00h47	élaboration des actions
210818_0124	Fichier son	Réunion	ESN - GRF	Accompagnement conversation téléphonique Dev1	18/08/2021	00h08	élaboration des actions
210929_0125	Fichier son	Réunion	ESN Start Up X - PRT1 partenariat	Partenariat Start Up X	29/09/2021	1h10	élaboration des actions
210929_0126	Fichier son	Réunion	communication interne PRT2	relance du projet partenariat via PRT4 --> PRT2	29/09/2021	00h07	élaboration des actions
210929_0127	Fichier son	Réunion	communication interne PRT2	Partenariat Start Up X ESN : problématique financière de répartition	29/09/2021	00h02	élaboration des actions
210930_0128	Fichier son	conférence	Start Up X le document augmenté	Présentation réalisations Start Up X	30/09/2021	00h59	élaboration des actions
211013_0129	Fichier son	conférence	Conférence Evènement FLU (table ronde) AT	Table ronde AT (Association des Transporteurs)	13/10/2021	01h39	exploration du terrain
211119_0130	Fichier son	présentation	Start Up X Les outils de Start Up X	présentatio principes et outils de la start up X	19/11/2021	00h19	élaboration des actions
220106_0131	Fichier son	Présentation	Présentation Start Up Y	Présentation de Start Up Y dans le cadre du benchmark	06/01/2022	01h01	élaboration des actions
220106_0132	Fichier son	Présentation	Entretien ESN - GRF	enquête questionnement Dev2 comment se passe l'affrètement	06/01/2022	00h18	exploration du terrain
220106_0133	document	Compte Rendu	Réunion GRF Start Up X	choix de Start Up X comme solution			validation des actions
220106_0134	document	Compte rendu	Réunion présentation des projets de digitalisation	manquement dans les projets de digitalisation	19/08/2021		validation des actions
220106_0135	document	Compte rendu	CR projet XXX	Compte rendu Projet XXX	09/09/2021		expérimentation
220106_0136	document	Compte rendu	CR atelier GRF/BC	Atelier GRF/BC intérêt de la BC pour GRF, conduite du projet	21/05/2021		validation des actions
220106_0137	document	Compte rendu	CR Réunion GRF (GRF (DSI))/ESN	Suite à donner au projet XXX	22/02/2021		expérimentation
220106_0138	document	Prise de notes	Prise de notes de toutes les Réunions Benchmark	Benchmark des solutions par rapport à l'écosystème de GRF (13 Réunions, entretiens)			élaboration des actions
220106_0139	document	Compte rendu	CR Réunion Start Up Z	BC sous hyperledger	05/05/2021		élaboration des actions
220106_0140	document	Prise de notes	Réunion GRF Start Up X	prise de contact avec Start Up X	27/04/2021		élaboration des actions
220106_0141	document	prise de notes	Réunion GRF ESN	Réunion ESN interne de coordination des actions	25/05/2021		élaboration des actions
220106_0142	document	Cahier des charges	Transformation Numérique du SI	cdc Mémoire technique réalisé par ESN et Entreprise de Conseil	01/11/2019		accès au terrain
220106_0143	document	Présentation	ESN : un réseau pour l'économie verte	économie verte dans le cadre de la gestion de l'eau pour GRF	26/05/2021		validation des actions
220106_0144	document	Présentation	ESN : comment adresser un sujet blockchain	intervention ESN CIN cadrage d'un projet BC	26/05/2021		validation des actions
220106_0145	document	Présentation	ESN : proposition d'architecture	cadrage architecture du SI du projet	20/12/2021		validation des actions
220106_0146	document	Présentation	ESN : rencontre GRF (DSI) GRF (Dir Territoire) la blockchain	Présentation de la blockchain	26/05/2021		validation des actions
220106_0147	document	Mails	conversations	41 conversations enregistrées (103 mails échangés)			validation des actions

Appendix 1: List of reference documents

CONCLUSION

CONCLUSION

Le but de cette recherche était d'étudier les effets de la *blockchain* sur les relations entre les acteurs de la supply chain et la gouvernance qui en résulte. Nous nous sommes appuyés pour ce faire, sur quatre articles ; chacun abordant une sous-question associée à la question de recherche générale.

Le premier papier aborde la question de la coordination intra organisationnelle et inter organisationnelle susceptible d'être améliorée grâce à la *blockchain* et les bénéfices que le secteur de la supply chain peut en retirer. Cet article répond à la sous question de recherche suivante : **quelles sont les potentialités de la technologie *blockchain* pour la logistique et plus globalement le SCM et ses principes de pilotage des flux et des processus ?** Il met en exergue plusieurs apports de la *blockchain* à la fonction logistique tant au niveau intra-organisationnel qu'au niveau des processus inter organisationnels.

Le second article questionne les différents modes de gouvernance associés aux différentes structures *blockchain* en s'appuyant sur le cadre théorique de la théorie des coûts de transaction (TCT). Il aborde plus précisément les questions de coordination, de collaboration et de confiance à travers différentes formes de modèles hybrides initiés par les structures *blockchain* et s'attache à répondre à la sous question de recherche suivante : **quels sont les enjeux et les conséquences des modes de gouvernance favorisés par les *blockchain* de consortium et les *blockchain* de type « mono acteur » au sein des chaînes logistiques, et plus particulièrement sur les relations inter organisationnelles ?** L'apport de cet article concerne la construction par le biais de la *blockchain* et de ses propriétés d'un espace de confiance entre les acteurs. Il met également en évidence que la *blockchain* est un actif spécifique de coordination et de réputation, celui-ci pouvant aussi entraîner les entreprises dans un *lock-in* relationnel.

Le troisième article traite de la modification des relations entre donneurs d'ordre et agent sous l'effet de la *blockchain* en suivant le cadre théorique de la théorie de l'agence (TA). Il aborde plus spécifiquement les aspects de convergence/divergence d'intérêt, de confiance et de pouvoir sous tendus par la mise en place d'une *blockchain*. La sous question de recherche est la suivante : **comment les solutions *blockchain* peuvent-elles impacter la relation**

principal/agent au sein des chaînes logistiques ? Cet article met en évidence, (i) que la *blockchain* favorise une convergence d'intérêt entre les acteurs, (ii) que cette convergence d'intérêt s'opère en raison d'une confiance préexistante au projet et (iii) que les différentes solutions *blockchain* facilitent plus ou moins la collaboration entre les acteurs.

Enfin, le quatrième article aborde les effets de la *blockchain* sur la nature et la qualité des relations entre les acteurs au sein d'une chaîne logistique en s'appuyant sur la théorie des réseaux (TR). Il répond à la sous question de recherche suivante : **quels sont les impacts de la technologie *blockchain* sur la nature et la qualité des relations des acteurs au sein d'une chaîne logistique ?** Il met en évidence : (i) que l'effet de la *blockchain* sur les relations dépend de la nature de la *blockchain* choisie, (ii) que cet effet renforce des mécanismes déjà à l'œuvre dans les réseaux et (iii) que les liens faibles initiés par le modèle de *blockchain* hybride permettent de créer des réseaux efficaces, ce qui confirme les travaux menés par Granovetter (1973).

Après avoir mis en relief les apports de notre travail à la connaissance théorique et pratique (1), il s'agira d'exposer les limites de celui-ci (2), ce qui nous permettra d'envisager des voies de recherches complémentaires (3).

1. Principaux apports de la thèse

Cette recherche présente à la fois des apports théoriques et managériaux.

Apports théoriques

Dans cette partie, nous abordons les questions des effets de la *blockchain* sur les relations entre les acteurs, en étudiant successivement la coordination, la collaboration, la confiance, et la gouvernance résultant de ces trois caractéristiques relationnelles, sous l'effet de la *blockchain*.

Blockchain et coordination

La vision de la chaîne logistique selon Mentzer et al. (2001), engage l'entreprise à concevoir la coordination, non seulement pour sa propre organisation, mais aussi pour les entreprises avec lesquelles elle est liée par des contrats. Ainsi, toutes les fonctions de l'entreprise (marketing, finance, production etc.) sont en relation avec d'autres entreprises, d'autres modes de fonctionnement, dont il faut sans cesse se rapprocher. La *blockchain* permet un alignement des mécanismes internes propres à l'entreprise avec ses fournisseurs, par une gestion améliorée du tissu informationnel ; toutes les fonctions peuvent être impactées. Appartenant à une chaîne d'informations certifiées, l'entreprise peut contribuer à améliorer ses propres services, rester

réactive aux fluctuations de son environnement (gestion améliorée des stocks). Nos résultats montrent que la *blockchain* crée un espace de confiance relatif, dont l'intérêt finalement pourrait être une diminution des prix par la diminution des coûts de transaction. Ils confirment les résultats apportés par les travaux menés par Davidson *et al.* (2018). Pour ces auteurs, ce nouveau mode de relation constitue plus qu'un partage de données, il s'agit d'une nouvelle technologie institutionnelle. L'alignement informationnel qui en résulte favorise la mise en commun de règles de fonctionnement et aboutit à la formation d'une institution. Davidson *et al.*, 2018, p. 127, précisent qu'il s'agit d'une organisation virtuelle en employant le terme de forme d'organisation en V (« *Virtual-form organization* »). Ce type d'organisation se constitue sur la base de l'utilisation de la *blockchain* comme unique point de vérité et facilite la coordination entre les acteurs.

Selon la TCT, les mécanismes de coordination de la *blockchain* (algorithmes de consensus et *smart-contracts*) reflètent deux stratégies de gestion de l'information en réponse aux incertitudes auxquelles les acteurs de la supply chain sont confrontés. Dans le cas d'une *blockchain* « mono acteur » ; la stratégie consiste à acquérir un moyen d'incitation destiné à l'ensemble d'une filière. Dans le cas d'une blockchain de consortium, la stratégie est commune à plusieurs acteurs et consiste à opérer une répartition des droits liés à la donnée et par voie de conséquence à la ressource partagée, comme l'ont montré Wang *et al.* (2021), et Davidson *et al.*(2018).

Toujours selon le prisme de la théorie des coûts de transaction, la *blockchain* est un actif spécifique de coordination qui agira de façon différente s'il s'agit d'une *blockchain* « mono acteur » ou d'une *blockchain* de consortium. Dans le premier cas, l'actif spécifique agit de façon à centraliser l'information au bénéfice d'un acteur pivot. Dans le second cas (*blockchain* de consortium), il agit dans le but de partager l'information. Le fait de qualifier la *blockchain* d'actif spécifique de coordination rejoint l'analyse de plusieurs auteurs ayant travaillé sur le rôle des TIC sous le prisme de la TCT, notamment Foray (1997), en qualifiant les EDI d'actifs spécifiques de coordination. Par ailleurs, tout comme Davidson *et al.* (2018), nos travaux montrent que la *blockchain* est un actif spécifique, qui sert à plusieurs entreprises, aboutissant à la mise en place d'un socle institutionnel et formant une organisation hybride. Toutefois, nous ajoutons un résultat nouveau, en précisant que cet actif spécifique de coordination agit aussi bien dans la *blockchain* « mono acteur » que dans celle de consortium, mais de façon différente dans chacun des cas. Dans le premier cas, il centralise l'information vers l'acteur pivot alors que dans le second, il contribue au partage de l'information entre les membres du réseau.

Blockchain et collaboration

Dans une *blockchain* de consortium, les acteurs collaborent car ils doivent faire face à plusieurs incertitudes identiques qu'une gestion commune permet de mieux piloter, tout en minimisant les coûts. La *blockchain* de consortium s'apparente ainsi à un regroupement horizontal, que l'on peut assimiler à une plateforme de coopération (Narayan et Tidström 2020). La *blockchain* de consortium fonctionne alors comme une « bande passante » entre les différentes entreprises membres du « consortium ». La *blockchain* « mono acteur » peut aussi agir de cette manière, mais la circulation de l'information y est unilatérale, dans le sens périphérie vers le centre, et ne profite dans ce cas qu'à l'acteur pivot. Ainsi, les technologies *blockchain* facilitent l'utilisation de méthodes de partage de données avancées sur un périmètre qui va au-delà du rang le plus proche de la chaîne logistique, comme le montrent, notamment Frey et al. (2016), Mearian (2017), ou encore Kin et al. (2018). Toutefois, nous apportons une nuance entre la collaboration obtenue par une *blockchain* « mono acteur », et celle obtenue dans une *blockchain* de consortium. La collaboration au sein d'une *blockchain* « mono acteur », résulte de la domination de l'acteur pivot et donne lieu à un pouvoir incitatif fort. Tandis que la collaboration au sein de la *blockchain* de consortium résulte de relations longues.

Par ailleurs, comme le montrent, Treiblmaier (2018), Kummer et al. (2020), Bajolle et Godé (2021), l'engagement dans un processus collaboratif encouragé par les mécanismes de la *blockchain* favorisent la diminution des asymétries d'information et le risque d'opportunisme. Nos travaux prouvent que, ceci a pour conséquence, premièrement, d'amener les contrats sur un terme plus long, deuxièmement de faire évoluer la relation Principal/Agent, d'une relation de subordination, dans une logique de contrôle, à une relation de collaboration. Cette dernière telle qu'elle est décrite par la Théorie Positive de l'Agence, repose sur une logique incitative dans laquelle les rôles de Principal et d'Agent se confondent.

En outre, l'engagement dans un processus de collaboration révèle aussi l'apparition d'une convergence d'intérêt. Cette dernière s'exprime suivant deux temporalités : une convergence d'intérêt nécessaire à la construction du projet de *blockchain* et une convergence d'intérêt lors de la mise en application du projet.

Les *blockchain* privées (« mono acteur » et de consortium) présentent un inconvénient majeur. En effet, dans le cas de la *blockchain* « mono acteur », le fait de créer un lien indéfectible avec ses fournisseurs, rend l'acteur pivot et ses fournisseurs emprisonnés dans une relation caractéristique de *lock-in* relationnel (Garrette et Dussauge, 1991). Ce phénomène de *lock-in* est également présent dans les *blockchain* de consortium pour des raisons liées à son caractère

immuable et à sa gestion collaborative. Malgré le risque de *lock-in*, les acteurs des chaînes logistiques participent à l'élaboration des *blockchain* de consortium, car ils reconnaissent que ce sont des lieux de dialogue entre acteurs d'une même corporation, ou d'un même secteur économique (agro-alimentaire, transports, énergie ...), et ces regroupements autour d'un projet commun permettent aussi un dialogue entre concurrents.

Blockchain et confiance

Le point central de la transformation des relations sous l'effet de la *blockchain*, est la confiance. Pour la TCT comme pour la TA, la présence de confiance entre des acteurs favorise à la fois une relation durable et un renouvellement des contrats. En effet, dans les cas de succès de renouvellement de contrat, c'est-à-dire les cas pour lesquels l'augmentation de fréquence des transactions n'a pas provoqué d'opportunisme (TCT) ou que les contrats ne sont pas emprunts d'aléa moral (TA), la confiance s'en trouve à nouveau renforcée. Une boucle récursive de confiance s'opère alors. La *blockchain* joue un rôle fondamental dans ce processus récursif car elle instaure une confiance entre les parties. Les outils technologiques de la *blockchain* contribuent, en effet, à annihiler toute tentative opportuniste, tout en favorisant un espace relationnel commun structuré (Berg et al. 2018, 2019 ; Allen et al. 2020). Il est nécessaire toutefois de distinguer deux types de confiance : la confiance rationnelle ou « calculée » (Williamson) qui opère dans les *blockchain* et la confiance interpersonnelle commune à toute interaction humaine. La confiance interpersonnelle est nécessaire à tout démarrage de projet de type *blockchain*, comme cela a déjà été envisagé sur les TIC (Fabbe-Costes et Lemaire, 2001). Bien qu'étant en dehors des mécanismes de la *blockchain*, la confiance interpersonnelle se trouve renforcée par la confiance rationnelle produite par la *blockchain*.

Les mécanismes de la confiance sont construits différemment suivant le type de *blockchain* privée. Dans le cadre d'une *blockchain* « mono acteur », la *blockchain* prend la forme d'une structure incitative forte pilotée par l'acteur pivot ; un espace de confiance s'instaure malgré tout avec les membres impliqués car des relations à long terme se déploient pour que le projet initié perdure (Pham 2018; Yiannas 2018; Lacity et Van Hoek 2021). Dans le cadre d'une *blockchain* de consortium, l'espace de confiance se construit, quant à lui, entre les membres grâce aux technologies favorisant la surveillance des contrats par l'automatisation des *smart-contracts* et des algorithmes de consensus, mais aussi par la présence d'une double régulation ; celle de la société informatique qui écrit les *smart-contracts* et gère la maintenance du système, et celle de l'entité représentative appelée « key management » (Montecchi, Plangger, et Etter

2019; Howson 2020; Brookbanks et Parry 2022). Ainsi, la confiance résulte de deux dynamiques à l'œuvre : personnelle pour la *blockchain* « mono acteur » et collective pour la *blockchain* de consortium.

Nos résultats montrent premièrement, que l'idéal de « la confiance sans la confiance » proposé par les promoteurs de la *blockchain* publique ne se réalise pas dans les *blockchain* privées. En effet, les *blockchain* de consortium, en particulier, sont issues de liens de confiance qui préexistent à leur établissement, contrairement à ce qu'indique la littérature sur le sujet ; notamment les travaux de Hawlitschek et al. (2018), Werbach (2018), Montecchi et al. (2019), Howson (2020), mais aussi Wan et al. (2022).

Deuxièmement, la confiance engendrée par la *blockchain* est propice à la coopération entre les entreprises. Ainsi, l'outil *blockchain* incite à la coopération, car aucun des membres ne va enfreindre les règles communes édictées dans les *smart*-contrats. Par conséquent, le principe de construction des *blockchain* implique que la non coopération apporte un gain inférieur par rapport à la coopération (Liu et al., 2019), avec le risque de répudiation du consortium.

Troisièmement, la coopération engendrée par la *blockchain* de consortium induit des modifications importantes des coûts d'agence. Sous l'effet des *smart*-contrats et des algorithmes de consensus, un équilibre entre les coûts de surveillance et les coûts de dédouanement se crée. Dans sa forme ultime de répartition des droits (coopération entre les membres d'un consortium), le coût d'opportunité peut être fortement réduit. Ainsi, la technologie *blockchain* facilite un optimum organisationnel dans lequel non seulement un gain d'efficience peut être retiré, mais également un gain de coopération (apprentissage organisationnel). Cette coopération est tout de même à nuancer en raison de la nature compétitive du secteur industriel et en fonction des structures de *blockchain* privées. Si la *blockchain* de consortium incite, en effet, à la répartition du pouvoir entre ses membres, la *blockchain* « mono acteur » représente, au contraire, un renforcement du pouvoir d'un acteur dominant. Ce modèle de *blockchain* privée montre ses limites, notamment celle de l'interopérabilité (Zwitter et Hazenberg, 2020), en favorisant un système de cloisonnement de l'information. Sur la question de la confiance qui entoure les projets *blockchain*, notre travail montre que la confiance est préexistante à tout projet *blockchain*, et est l'un des facteurs clés de succès de l'adoption de cette technologie, comme le montrent également les travaux de Benhayoun et Saikouk (2022). Nos travaux montrent le fait que la confiance liée aux projets *blockchain* entraîne la coopération entre les acteurs d'une *blockchain* comme les travaux de : Ballatore et al. (2022); Chang et al. (2020); Grosse et al. (2021); Xu et al. (2021).

Blockchain et gouvernance

Les résultats de nos travaux en particulier les chapitres 2, 3 et 4 montrent que les outils de la *blockchain* contribuent à l'exercice d'une forme de gouvernance ; centralisée, distribuée ou hybride. Deux outils vont influencer la forme de gouvernance retenue. Le premier est l'algorithme de consensus qui conduit à une forme de centralisation de la validation, en attribuant à un acteur ou un groupe d'acteurs le pouvoir de validation des transactions. Le second, est le *smart*-contrat qui automatise les processus de contrôle en fonction de ce qui a été décidé par un ou plusieurs acteurs, et constitue lui aussi, un instrument de pouvoir au service d'une gouvernance par sa capacité à contrôler des processus d'une entreprise tierce. Par conséquent, les différentes formes de *blockchain* analysées sont différentes formes de gouvernance : centralisée dans le cas de la *blockchain* « mono acteur », décentralisée dans le cas de la *blockchain* de consortium et distribuée dans le cas de la *blockchain* hybride. Ce résultat confirme des travaux menés sur la forme de gouvernance induite par les TIC, notamment les travaux de Sambamurthy et Zmud (1999) ; Croteau et Bergeron (2009). Suivant ces derniers et Reix et al. (2016, p. 284), un parallèle peut être fait, avec les trois types de *blockchain* étudiés dans le cadre de nos travaux : *blockchain* « mono acteur » (gouvernance centralisée), *blockchain* de consortium (gouvernance décentralisée) et *blockchain* hybride (gouvernance distribuée).

Dans le cas d'une *blockchain* « mono acteur » ; l'exploitation des données est maîtrisée par un seul acteur, qui réalise par ce biais une intégration verticale de la donnée. Cette forme de gouvernance, lui permet le contrôle de l'ensemble d'une filière (par exemple la *blockchain* sur le poulet à la marque du distributeur étudié dans le chapitre 2). Nos résultats montrent qu'il s'établit dans ce type de *blockchain* un *lock-in* relationnel.

Dans le cas d'une *blockchain* de consortium, les droits sont répartis de façon équivalente entre les membres du regroupement. C'est une instance représentative appelée « *key management* » qui gère l'attribution de droits à l'intérieur du consortium. Nos résultats montrent que l'appartenance à ce type de *blockchain* peut figer les relations dans un *lock-in* relationnel et limiter la capacité d'une entreprise à pouvoir tisser un réseau d'alliance alternatif, par les liens forts qui la compose (résultat du chapitre 4). Par ailleurs, cette autorité de « *key management* » agit comme une véritable tierce partie et peut prendre parfois des décisions contraires à certains membres. Or, nous mettons bien évidence notamment dans le chapitre 4 ; avec les caractéristiques des liens faibles, l'intérêt pour les entreprises d'aller vers des outils qui ne

cloisonneront pas la relation. Par conséquent la *blockchain* de consortium ne représente pas un « idéal relationnel », en raison de sa rigidité. Ce résultat rejoint les travaux menés par Sklaroff (2017) pour qui les *blockchain* montrent trop de rigidité. Les solutions informatiques évoluant très rapidement, nous pouvons toutefois supposer que ce problème sera probablement surmonté dans quelques années.

Ce résultat nous permet d'expliquer d'une part l'échec de certains projets de *blockchain* de consortium (TradeLens par exemple), et d'autre part l'intérêt des *blockchain* hybrides. En effet, la structure de gouvernance qui se dégage d'une *blockchain* hybride est tout à fait différente des structures de *blockchain* « mono acteur » et *blockchain* de consortium, car elle possède peu de *smart*-contrats et elle est interopérable avec différents outils (*blockchain* publiques, EDI, mails, etc.). La *blockchain* hybride est peu sensible aux problématiques de *lock-in* relationnel et d'intégration verticale de la donnée. Nos résultats montrent que dans cette forme de gouvernance, le pouvoir est davantage basé sur l'incitation que sur le contrôle. La gouvernance d'une telle structure n'est pas nettement définie, Koenig (2012), qualifie les écosystèmes d'affaire répondant à ces principes de « communauté foisonnante ». Nos travaux concernant l'intérêt des *blockchain* hybrides confirment des travaux déjà menés sur les *blockchain* hybrides, notamment ceux de Wu et al. (2017), Li et al. (2018), Molina-Jimenez et al. (2018) ou encore Zwitter et Hazenberg (2020).

Apports managériaux

Les apports managériaux de notre travail de recherche concernent les choix à opérer en matière de *blockchain* ; à savoir *i*) les critères qu'il convient de prendre en compte pour en déterminer la structure générale et *ii*) les choix opérationnels optimaux à réaliser sur les modes de *blockchain* envisagés. Ces apports proviennent essentiellement du travail d'analyse qualitative du chapitre 2 et des démarches de recherche-intervention des chapitres 3 et 4, dans lesquels nous avons donné des réponses à un problème concret émanant du terrain conformément aux recommandations de la recherche intervention (Thiétart, 2014, p. 177).

Tout d'abord, nous mettons en évidence quatre critères déterminants à prendre en compte en vue de mettre en place une *blockchain*.

Le premier critère, se focalise sur l'environnement de l'entreprise et les risques qui lui sont associés. Nous désignons par environnement l'ensemble des facteurs, susceptibles d'influencer l'entreprise et son marché (l'environnement économique, l'environnement institutionnel, l'environnement concurrentiel, etc.). Les risques associés à ces environnements sont donc nombreux, cette première phase de diagnostic doit être suffisamment large pour envisager tous

les cas possibles, et exhaustive pour désigner avec précision une incertitude légitime, que l'entreprise souhaite absolument limiter, et qui a ou aurait de graves répercussions sur son activité. Elle peut être endogène, et donc liée aux processus internes de l'entreprise ou à des processus externalisés (sous-traitance logistique ou industrielle par exemple). Elle peut être exogène et concerner par exemple le marché et le développement de phénomènes économiques, financiers, législatifs susceptibles de fragiliser le développement de l'entreprise (effondrement d'un marché, crise financière, hausse du coût de l'énergie, etc.) ou encore la survenue d'une réglementation à laquelle l'entreprise n'est pas prête.

Le second critère est la position de l'entreprise dans son écosystème d'affaire. Pour réaliser cette analyse, l'entreprise devra répondre à des questions du type : Est-elle en position dominante ? Ou au contraire suit-elle une stratégie liée à celle d'un acteur dominant ? Fait-elle partie d'un réseau qui recherche une solution plus efficace pour gérer les échanges dans sa sphère relationnelle ? Une initiative *blockchain* est-elle en cours de développement dans son secteur ?

Le troisième critère à prendre en compte concerne les relations de l'entreprise avec celles de son secteur d'activité. Ainsi, l'entreprise doit observer la façon dont se comporte ses concurrents et analyser les relations qu'elle entretient avec eux, mais aussi avec ses fournisseurs et ses clients.

L'analyse de ses relations amène les questions suivantes : la concurrence entre les acteurs est-elle basée sur le prix de vente (la suppression des intermédiaires diminue le prix final grâce à la *blockchain*) ? La concurrence est-elle basée sur une différenciation de produits et de services (amélioration des services : gestion des retours clients, suivi des dossiers de litige etc. avec la *blockchain* vu dans le chapitre 1) ? quelle est la possibilité d'élargir le marché (application *blockchain* sur la fidélisation client par exemple) ? quelle est la possibilité pour l'entreprise d'élargir la base de ses fournisseurs et de créer un référencement sur le long terme (référencement des fournisseurs par la *blockchain*) ? L'entreprise peut-elle créer des barrières à l'entrée en élaborant une communauté d'usage autour d'un outil informatique (*blockchain*) par exemple ? L'entreprise peut-elle améliorer le rapport de performance/prix de ses produits notamment par la différenciation (apport de preuves sur la qualité des produits par la *blockchain*) ?

Enfin, le quatrième critère de choix d'une *blockchain* est la stratégie relationnelle de l'entreprise. Les questions à se poser peuvent être les suivantes : Est-ce que l'entreprise désire

adopter un modèle d'intégration verticale de la donnée ? ou au contraire souhaite-t-elle développer ou renforcer des relations de partenariat ou coopératives ?

Se pose ensuite, pour toute entreprise souhaitant s'engager dans un projet *blockchain*, la question de la définition des choix opérationnels et plus particulièrement le choix des algorithmes de consensus, des *smart*-contrats et de la gestion du projet dans sa globalité. Cette question se pose pour chaque type de *blockchain* : « mono acteur », consortium ou hybride.

Du point de vue opérationnel, dans le cas d'une *blockchain* « mono acteur », le pivot organisationnel prend à sa charge l'investissement financier en charge l'investissement pour les membres de la filière dans laquelle il souhaite mettre en place cette *blockchain*. Cette stratégie peut s'avérer rentable à condition de pouvoir la répéter, car dans la duplication de la *blockchain* le coût de mise en place tend à baisser avec la multiplication des projets. A titre d'exemple après avoir mis en place sa première *blockchain* sur le poulet, le distributeur étudié dans le chapitre 2, a mis en place d'autres *blockchain* sur d'autres produits alimentaires. On peut citer : le fromage rocamadour, la tomate par exemple. La *blockchain* « mono acteur » est aussi utile pour des entreprises qui ont besoin de sécuriser des chaînes logistiques complexes dans leur organisation interne. Ces *blockchain* présenteront alors dans leur réseau interne beaucoup de nœuds, qui ajouteront une sécurité supplémentaire en cas d'attaque, car il est plus difficile d'attaquer un réseau décentralisé qu'un serveur central. Elles ne seront pas construites sur la base d'un algorithme de consensus type *blockchain* publique, mais utiliserons plutôt un algorithme de consensus de type calcul statistique, plus léger.

La *blockchain* de consortium nécessite la mise en place de relations partenariales. L'existence de telles relations implique une juste répartition des coûts de construction et de maintenance entre les membres. Cette répartition est propre à tout type de projet impliquant plusieurs parties. Mais, la *blockchain* de consortium ajoute à ces questions communes à tout projet collaboratif, la question de la répartition des droits de décision. Cette question comporte des enjeux plus cruciaux pour les entreprises. Notamment les enjeux de gouvernance du consortium créé. En effet, en fonction de l'algorithme de consensus choisi, il se peut qu'un des membres possède une situation plus avantageuse que les autres. Car, certains algorithmes de consensus centralisent le pouvoir de décision sur un groupe d'acteurs voire même sur un acteur en particulier (Zwitter et Hazenberg, 2020). Il est donc important d'analyser les processus de décision à l'œuvre précédant la création de la *blockchain*, pour que la structure *blockchain* qui hébergera le processus décisionnel soit le reflet de l'organisation qui existait auparavant, La structure *blockchain* peut aussi inciter à élaborer un ensemble de procédures qui correspond à

la structure souhaitée par tous les membres du réseau. Cette phase qui précède l'installation de l'application proprement dite est celle qui prend le plus de temps. Dans cette phase, il est aussi question d'étudier les *smart*-contrats qui entreront aussi dans la chaîne de décision. Afin d'éviter la rigidité liée à l'emploi des *smart*-contrats, certaines mesures techniques doivent être prises en compte pour effectuer par la suite des modifications sur les *smart*-contrats. En effet, la *blockchain* doit pouvoir être évolutive, il est alors nécessaire de prévoir la possibilité de départ de certains membres, de prévoir l'évolution des processus industriels qui peuvent impliquer l'obsolescence de certains *smart*-contrats ou la nécessité de les modifier bien qu'ils soient immuables.

La *blockchain* hybride représente une solution qui évite les écueils des deux modèles précédents car cette solution ne centralise pas la donnée et n'a que très peu recourt aux *smart*-contrats. Ils sont remplacés par des processus de contrôle classiques des entreprises, sous forme de règles de gestion contenues dans des ERP ou d'autres logiciels de gestion intégrés à l'entreprise. Dans ce type de configuration, la question centrale est d'être certain qu'il n'y a aucune omission de la part des acteurs dans leurs déclarations sur le fonctionnement de leurs processus internes. La vérification des opérations de déclarations dans les processus internes est confiée à une entreprise tierce. Cette entreprise peut être l'éditeur de la solution ou une société de conseil. Pour le bon déroulement de la mise en place d'une *blockchain* hybride, la mise en commun des processus de contrôle est une condition *sine qua non*. Pour cette raison, l'adoption du modèle de *blockchain* hybride nécessite une bonne connaissance des processus et une volonté de mise en commun de la part de tous les acteurs. La recherche de transparence est aussi une condition primordiale à l'adoption de ce système, car les membres d'une *blockchain* hybride ont tous accès, sans restriction, aux preuves des transactions qui se déroulent sur cette *blockchain*. La *blockchain* hybride est un cas de décentralisation de la vérifiabilité de la preuve produite. L'avantage de la *blockchain* hybride réside surtout dans son caractère interopérable, son niveau de performance représente une solution qui se démarque nettement des deux modes précédents. Notons que les projets de *blockchain* hybrides sont moins coûteux, plus rapides à mettre en place et aboutissent à des systèmes plus sécurisés que leurs homologues *blockchain* « mono acteur » et *blockchain* de consortium.

Après avoir évoqué les apports de nos travaux, présentons désormais les limites de ces derniers.

2. Les Limites de la recherche

Notre travail n'est pas exempt de limites. Tout d'abord nous avons opté pour une méthodologie qualitative qui ne prétend pas à l'exhaustivité des cas. Ensuite, notre étude est limitée par les cadres théoriques choisis qui ne permettent pas de saisir l'ensemble des effets de la *blockchain* sur les relations entre les acteurs de la chaîne logistique. Enfin, notre analyse est limitée par le cadre des théories retenues, qui entre en opposition avec certains principes de la *blockchain*.

Limites méthodologiques

Sur le plan méthodologique, notre travail dans le chapitre 2, se base sur une seule étude de cas. Il aurait été intéressant de confronter le cas étudié à d'autres études empiriques. De plus, les entretiens menés sont peu nombreux et n'ont pas permis d'appréhender toutes les interactions entre les acteurs impliqués, car nous n'avons pas pu obtenir le témoignage de l'industriel impliqué dans l'organisation créée. Ensuite, notre étude ne s'intéresse qu'à un seul secteur d'activité : il serait intéressant d'analyser les pratiques de différents secteurs afin de déterminer les facteurs particuliers incitant à développer une *blockchain* de consortium ou une *blockchain* « mono acteur ».

Dans le chapitre 3, notre étude est basée sur une étude de cas unique. Ce cas est très spécifique, car il concerne une institution publique en position d'autorité. Par ailleurs, cette institution apparaît comme un facilitateur, ce qui pose la question de la dynamique des relations lorsque les acteurs d'un consortium sont essentiellement des acteurs privés.

Dans le chapitre 4, notre étude est là aussi basée sur une étude de cas unique sous l'angle de la théorie des réseaux. Or, le cas étudié présente des caractéristiques uniques qui ne sont pas forcément présentes dans les autres réseaux ; notamment du fait de l'importance de l'institution comme agent régulateur des échanges au sein même du réseau. De plus, nous avons mis sur le même plan les relations entre les individus et entre les entreprises. Nous ne pouvons pas être sûrs que les individus agissent toujours dans l'intérêt de l'entreprise qu'ils représentent.

Limites des cadres théoriques

Nous avons utilisé trois cadres d'analyse : TCT, TA et TR. Chacun de ces cadres apparaît avoir des limites.

S'agissant de la théorie des coûts de transaction ; la critique à son égard concerne le calcul des coûts des transactions. S'il est admis que les TIC contribuent à diminuer le coût de transaction, il est difficile à déterminer (Brousseau, 1992). Pourtant sa variation et les effets de cette variation sont bien identifiés, notamment par les travaux de Williamson (Williamson, 1991). Aussi, dans notre étude nous avons supposé que les *blockchain* diminuaient les coûts de transaction. Cependant, des mauvais choix technologiques, une mauvaise répartition du coût entre les acteurs, etc., peuvent aboutir au contraire à une hausse de ces derniers. Or, notre étude n'a pas pu recueillir les renseignements suffisants pour déterminer si effectivement la *blockchain* a contribué à la diminution du coût de transaction ou non. Des études quantitatives sur les gains apportés ou non par les *blockchain* pourraient être envisagées.

La TA, quant à elle, est profondément ancrée dans un modèle relationnel dyadique. Le contrat, en tant qu'unité de base de la relation selon la théorie de l'Agence, ne concerne que deux entités et la théorie ignore donc les effets d'un contrat sur un autre, ou les répercussions du contrat sur des intervenants tiers. La TA admet toutefois l'existence de contrats multi-agents, mais elle se heurte dans ce cas à une limite théorique. En effet, lorsque la théorie tente d'analyser la présence d'aléa moral dans le cadre d'un contrat multi agents (c'est-à-dire un contrat entre le principal et plusieurs agents), elle se heurte au fait que les résultats d'un agent, pris individuellement dans un groupe, sont difficilement quantifiables (Cahuc 1998, p 71). Par conséquent, il serait difficile de rémunérer un agent en fonction de ses performances individuelles selon Alchian et Demsetz (1972). Or, les technologies *blockchain* permettent d'attribuer des responsabilités individuelles à l'intérieur d'une chaîne logistique. En conséquence, l'utilisation des technologies *blockchain* apporte de nouveaux usages dont les enjeux (nouveau type de gestion de la propriété, décentralisation de la décision) ne sont pas tous abordés par la TA et pourraient ouvrir de nouvelles perspectives de recherche.

Enfin, il est reproché à la TR, une schématisation excessive des interactions existantes dans les réseaux. En effet, l'analyse des relations par la TR ne permet pas d'étudier la diversité des relations interindividuelles. Il y a là, un risque de confusion entre des mécanismes propres à la *blockchain* (automatisme des *smart*-contrats), et la signature d'accords entre deux entreprises issues de relations sur le long terme. Nos résultats montrent que les *smart*-contrats sont le résultat de relations longues entre les entreprises. Pour être plus précis les *smart*-contrats sont

les résultats de liens entre les entreprises qui collaboraient déjà avant la mise en place de la *blockchain*. Des études plus complètes sur les projets de *blockchain* consécutifs aux relations collaboratives entre entreprises, pourraient être envisagées comme perspectives de recherche. Notons que, d'une manière plus large, il est également possible d'exprimer des limites à l'égard des théories que nous avons retenus dans nos travaux.

Tout d'abord, la critique générale, formulée à leur rencontre, concerne la représentation d'une réalité ; plus précisément, les théories retenues font partie d'un discours performatif de l'entreprise (Ramos, 1984). Ces théories sont, en effet, devenues petit à petit une base de réflexion des modèles stratégiques établis par les entreprises en séparant l'utilité et la connaissance selon Ramos (1984, p 58) citant Bacon (1968). En conséquence, en observant une organisation, le chercheur peut difficilement distinguer une réalité observable (connaissance) d'un plan d'action recherché par l'entreprise (utilité) (Haouet, 2008; Reix, 2011). Concernant la *blockchain*, il y a là un biais pour le chercheur qui pourrait être amené à en déduire que parmi toutes les solutions (*blockchain*) existantes, seules celles choisies par les entreprises sont les meilleures. Très peu d'articles concernent, en effet, l'utilisation de la *blockchain* publique en entreprise ou dans la logistique. La question de l'utilité de la *blockchain* publique a été écartée du champ de la recherche pour des raisons de caractéristiques liées au secteur industriel. En effet, la *blockchain* publique possède plusieurs aspects qui ne sont pas compatibles avec les échanges industriels. La transparence, notamment, qui est au cœur du fonctionnement de la *blockchain*, entre en contradiction avec la confidentialité qui s'exerce dans le secteur industriel. Cette question de la transparence se pose également sur les formes *smart*-contrats car l'accessibilité aux *smart*-contrats en tant qu'outil de contrôle et de décision, par un tiers, est considérée comme dangereuse pour les industriels. Pourtant les entreprises ont besoin des *blockchain* publiques en raison de leur apport de preuves plus solides que celles des *blockchain* privées (Bischoff et Seuring, 2021). Ainsi, des perspectives de recherche peuvent être envisagées, notamment en étudiant l'utilisation de la *blockchain* publique pour le secteur industriel.

Selon les théories mobilisées, l'asymétrie d'information est reconnue comme étant la base du rapport entre chaque intervenant de la supply chain. Or, ce n'est plus la question de la présence d'asymétrie d'information qui se pose, mais celle des moyens à mettre œuvre (financiers, technologiques, etc.) pour les réduire (Rowe, 2002). L'hypothèse de la rationalité limitée de l'individu pris séparément n'a plus de sens dans un tel contexte car, en mutualisant les outils de calcul et en distribuant des données fiables (données liées à des preuves dans le cas de la

blockchain), l'individu ou acteur ou agent économique, développe une connaissance accrue de son écosystème d'affaire. De plus, dans un tel contexte, le savoir de l'organisation augmente ; cette dernière devient une organisation apprenante. Ainsi, les connaissances accumulées par l'entreprise ou l'organisation, sont des ressources au même titre que des matières premières. Il s'agit tout comme ces dernières, de les manager et de faire des choix d'investissements judicieux. Dans cet optique, un parallèle peut être fait avec la théorie des ressources (*Resource Based View*), tout comme l'a opéré Davenport (Walsh et al., 2018, p. 518-533). Des perspectives de recherche sur la rationalité limitée des acteurs au XXI^{ème} siècle avec l'arrivée de nouvelles technologies comme la *blockchain* pourraient être envisagées.

Enfin, la critique actuelle à propos des trois théories retenues concerne la nature même des incertitudes. Pour les théoriciens, les incertitudes concernent une entreprise ou une organisation, mais pas forcément toutes les entreprises dans le monde de façon systémique, comme cela peut se produire lors d'un krach boursier ou d'une pandémie. De plus, elles sont plus ou moins prévisibles ; si elles ne sont le pas, c'est en raison de la rationalité limitée des individus. Or la complexité du monde économique, sa vulnérabilité et la rapidité des changements, ont amené plusieurs auteurs à qualifier notre environnement de monde « VUCA » (Johansen et Euchner, 2013; Bennett et Lemoine, 2014; Abidi et Joshi, 2015; Mack et Khare, 2016; Gao et al., 2021) ; acronyme anglosaxon qui désigne un monde Volatile Incertain Complexe et Ambigu (VICA en français). La Volatilité s'exprime par des changements dont la nature, la vitesse et la magnitude ne répondent à aucun schéma de prédiction. L'incertitude est caractérisée par un manque de prévision des événements. La complexité fait référence aux nombreuses causes difficiles à comprendre et aux moyens de les atténuer (tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'organisation) impliqués dans un problème provoqué par un environnement mondial de plus en plus complexe et interdépendant. Enfin, l'ambiguïté signifie, ici, le manque de clarté dans les événements qui surviennent.

3. Perspectives pour de futures recherches

L'analyse des limites de notre thèse, réalisée dans la section précédente, contient, de manière implicite, quelques idées clés d'amélioration.

Deux axes de recherches complémentaires peuvent être également envisagés.

Des travaux pourraient être menés afin de valider une matrice d'aide au choix d'un type de *blockchain* ; matrice évoquée comme implication managériale de nos travaux. Cette validation pourrait s'appuyer sur une enquête quantitative portant sur l'ensemble des secteurs industriels.

Une telle approche permettrait de vérifier si les types de *blockchain* préconisés selon la nature des critères évoqués précédemment correspondent à ceux réellement utilisés en pratique. Cette étude pourrait être menée simultanément dans plusieurs pays pour vérifier l'influence de la culture sur les solutions adoptées.

Il nous apparaît aussi intéressant d'envisager d'autres grilles de lecture que les trois théories (TCT, TA et TR) que nous avons mobilisées dans notre travail. Dans un mode VICA, quatre théories pourraient faire sens : **la théorie des ressources, la théorie des capacités dynamiques, la théorie de l'alignement** et enfin celle de **l'antifragilité**.

La théorie des ressources entrevoit la gestion de la connaissance et de l'information comme une ressource à part entière.

La théorie des capacités dynamiques insiste sur la reconfiguration agile de l'entreprise pour faire face à des changements rapides de son environnement.

La théorie de l'alignement montre comment un pivot organisationnel ou une organisation peut réorganiser son écosystème d'affaire en fonction de sa propre stratégie.

Enfin **la théorie de l'antifragilité** permet à l'entreprise de revoir son organisation de manière à dépasser la résilience en cas de crise, et se trouver en situation d'antifragilité.

Intéressons-nous à chacune de ces théories. La **théorie des ressources** repose sur le principe de la gestion des ressources en tant qu'avantage concurrentiel (Wernerfelt, 1984; Barney, 1991). L'hypothèse, sous tendue par cette théorie, est qu'une partie minoritaire des ressources d'une entreprise est à l'origine de son avantage concurrentiel et un fragment seulement de cette partie est une source de performance à long terme pour l'entreprise (Hunt et Davis, 2012). Ces ressources peuvent être tangibles ou intangibles ; leur combinaison permet à l'entreprise de bâtir un avantage concurrentiel. Dans ce contexte, si l'on s'intéresse à la *blockchain*, Morabito (2017) montre comment l'emploi des *smart*-contrats peut conduire les entreprises à être privées de facteurs clés de succès qu'autrefois elles étaient seules à détenir ; à l'inverse leur emploi peut aussi conduire les entreprises à augmenter leurs compétences par l'utilisation de nouvelles technologies pour conforter ou développer des facteurs clés de succès. Ainsi, la théorie des ressources peut aider à évaluer si les ressources stratégiques doivent être réorganisées pour faire face aux changements découlant des applications de la *blockchain*, qu'il s'agisse de changements positifs ; comme une augmentation de la compétitivité grâce à de nouveaux canaux de paiement, ou de changements négatifs ; comme un nouveau concurrent qui propose un traitement simplifié des documents d'expédition (Kshetri, 2018). Par ailleurs, Martinez et al. (2019), suivant leur propre expérimentation, montrent que la *blockchain* affecte le processus de

gestion des commandes des clients. Les auteurs soulignent que la *blockchain* peut être considérée comme une ressource apportant à l'entreprise un avantage concurrentiel notamment en raison des gains d'efficacité qu'elle permet en réduisant le nombre d'opérations (surveillances, contrôles, suivi de la qualité...). Ainsi, la théorie des ressources pourrait être mobilisée pour examiner à la fois les capacités de l'entreprise en matière de ressources organisationnelles existantes, et la manière dont la *blockchain* peut contribuer à façonner la compétitivité de l'entreprise. Dans ce cadre, les questions de recherche qui peuvent se poser, concernent les répercussions de la *blockchain* sur la gestion des ressources internes et externes, ou encore la recherche de solutions de *blockchain* permettant de réaffecter des ressources et générer un avantage concurrentiel (Treiblmaier, 2018).

En théorie organisationnelle, **la capacité dynamique** est la capacité d'une organisation à adapter délibérément sa base de ressources. Ces capacités dynamiques sont définies comme étant « *la capacité de la firme à intégrer, construire et reconfigurer des compétences internes et externes pour faire face à des environnements changeant rapidement* » (Teece et al., 1997). L'information joue un rôle capital dans le développement des capacités dynamiques des entreprises, car celles-ci se développent en fonction des informations récupérées (études de marché, collecte d'informations concurrentielles, développement des connaissances approfondies des clients, activités de recherche et développement). Ces informations représentent également la connaissance de l'entreprise. Dans ce cadre, Lambourdiere et Corbin (2020) montrent comment les technologies de la *blockchain* permettent d'accroître les performances de la supply chain maritime grâce au développement de capacités intangibles, notamment au travers de la digitalisation des documents de transports permettant d'accroître l'efficacité de la chaîne logistique et de supprimer des temps d'attente inutiles. Quayson et al. (2023), quant à eux, montrent comment la *blockchain* permet la construction d'une économie circulaire dans l'exploitation minière au Ghana, et identifient plusieurs capacités dynamiques encouragées par la *blockchain* ; capacités dynamiques de détection, de saisie et de reconfiguration. Chin et al. (2022) identifient la *blockchain* comme catalyseur du développement de la capacité dynamique d'appropriation dans l'élaboration de projets d'innovations environnementales. Considérant ces travaux de recherche sur la supply chain, la *blockchain* pourrait ainsi représenter un point d'ancrage du savoir-faire de l'entreprise en protégeant et en développant des processus clés. Il s'agit notamment des processus liés à la certification des opérations industrielles ou logistique, à la traçabilité, à l'exploitation de ressources. Ces différents processus clés mériteraient d'être analysés en retenant comme

hypothèse que la *blockchain* serait susceptible d'être un facteur d'influence des capacités dynamiques des entreprises.

L'alignement stratégique consiste à redessiner la stratégie générale de l'entreprise et la stratégie de développement des technologies de l'information afin qu'elles soient en parfait accord (Henderson et Venkatraman, 1994). Ceci implique une cohérence de la stratégie générale avec l'infrastructure administrative, d'une part, et avec l'infrastructure des applications, d'autre part. Cette cohérence peut également s'exprimer à l'extérieur de l'entreprise car il ne s'agit pas simplement de mettre en place une automatisation des procédures à l'intérieur de l'organisation mais d'aller vers des structures alignées avec l'environnement direct de l'entreprise (Yen et Sheu, 2004) ; le but étant une véritable exploitation des systèmes pour conquérir des positions sur le marché, ou reconceptualiser le réseau de gestion. La *blockchain* de Carrefour (cas du poulet notamment) illustre bien cette conquête de part de marché en absorbant les données des éleveurs et en améliorant l'image du produit auprès des consommateurs. Carrefour vient ainsi redonner de la valeur à un produit en crise depuis une dizaine d'années. Se faisant Carrefour réaligne des procédures et des cahiers des charges qui existent déjà (label rouge, IGP), avec sa propre stratégie. La *blockchain* peut aussi réunir plusieurs entreprises dans une organisation de type horizontale notamment dans sa forme dite « de consortium ». Ainsi, dans ce format de consortium, les *smart*-contrats représentent les accords des contrôles communs pour un standard qualité, à l'instar de la *blockchain* dans l'aviation (Madhwal et Panfilov, 2017). Dans ce secteur, la *blockchain* standardise les contrôles ; les constructeurs de pièces d'avion gagnent du temps et sont mieux informés des pièces produites. Pour les contrôleurs, c'est aussi un gain de temps important. L'alignement stratégique grâce à la *blockchain* peut donc être source d'efficacité pour un regroupement d'entreprises au sein d'un écosystème d'affaire, à condition que l'adoption de la *blockchain* par les co-contractants, n'entraîne pas de *lock-in* relationnel. Suivant ce constat, nous pouvons poser les questions suivantes : Quelles sont les répercussions de la *blockchain* sur les stratégies d'alignement organisationnels ? Quel modèle de *blockchain* est susceptible de faciliter un alignement organisationnel entre les acteurs ?

L'antifragilité (Taleb, 2013) propose une liste de principes à appliquer pour ressortir des crises en dépassant le stade de résilience, c'est-à-dire en étant plus fort, plus performant, que l'état précédant la crise. Les modèles organisationnels conforment aux principes de l'antifragilité respectent plusieurs grands principes. Tout d'abord, le principe de modularité ; le système global (inter organisation, écosystème d'affaire ...) doit être composé de modules indépendants

(équipes indépendantes) mais interconnectables. Ensuite le système inter organisationnel doit reposer sur des liens faibles entre les équipes et dans tous les domaines (cette assertion rejoint la théorie de Granovetter, 1973). Enfin l'inter organisation doit disposer de systèmes de réplication ; par exemple les compétences des individus sont complémentaires et équivalentes, et faire en sorte d'augmenter la diversité dans tous les secteurs des entreprises afin de lutter contre la « monoculture » (diversité des approvisionnements, des transports, des outils, des technologies, ...). En adoptant les principes qui viennent d'être énoncés, l'inter organisation peut lutter contre des défaillances systémiques, événements exceptionnels, rares, et fortement impactant, appelés « cygne » dans la théorie de l'antifragilité. Le concept d'antifragilité permettrait ainsi de réfléchir à l'établissement d'architectures *blockchain* en améliorant les capacités de l'entreprise à absorber les chocs, au-delà de la résilience et de la robustesse (Frimousse et Gaillard, 2021). A ce jour, peu d'articles abordent ce principe d'antifragilité pour les organisations, encore moins en SCM et, à notre connaissance, aucun du point de vue de l'adoption de la *blockchain* en SCM. Il y a donc là une piste de recherche complémentaire à creuser.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- Aberdeen, T. (2013). Yin, R. K. (2009). Case study research : Design and methods (4th Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. *The Canadian Journal of Action Research*, 14(1), Art. 1. <https://doi.org/10.33524/cjar.v14i1.73>
- Abeyratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 05(09), 1-10. <https://doi.org/10.15623/ijret.2016.0509001>
- Abidi, S., & Joshi, M. (2015). *The VUCA Company*. Jaico Publishing House.
- Acquier, A., Carbone, V., & Massé, D. (2017). À quoi pensent les institutions ? Théorisation et institutionnalisation du champ de l'économie collaborative. *Revue Française de Gestion*, 43(265), 25-49. <https://doi.org/10.3166/rfg.2017.00120>
- Ahmad, R. W., Hasan, H., Jayaraman, R., Salah, K., & Omar, M. (2021). Blockchain applications and architectures for port operations and logistics management. *Research in Transportation Business & Management*, 100620. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100620>
- Ahmed, M., Taconet, C., & Ould, M. (2019). La traçabilité dans les chaînes logistiques en utilisant l'IoT et la Blockchain. *Evolution des SI : vers des SI Pervasifs ?*, 2019, 1-10. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02152725>
- Akerlof, G. A. (1978). The market for "lemons" : Quality uncertainty and the market mechanism. In *Uncertainty in economics* (p. 235-251). Elsevier.
- Alawi, B., Al Mubarak, M. M. S., & Hamdan, A. (2022). Blockchain evaluation framework for supply chain management : A decision-making approach. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 0(0), 1-15. <https://doi.org/10.1080/16258312.2021.1996862>
- Alchian, A. A., & Demsetz, H. (1972). Production, Information Costs, and Economic Organization. *The American Economic Review*, 62(5), 777-795.
- Alkhudary, R. (2020). *Blockchain Technology between Nakamoto and Supply Chain Management : Insights from Academia and Practice* (SSRN Scholarly Paper ID 3660342). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3660342>

- Alkhudary, R., Brusset, X., & Fenies, P. (2020). Blockchain in general management and economics : A systematic literature review. *European Business Review*, 32(4), 765-783. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2019-0297>
- Allen, D. W. E., Berg, A., & Markey-Towler, B. (2018). *Blockchain and Supply Chains : V-Form Organisations, Value Redistributions, De-Commoditisation and Quality Proxies* (SSRN Scholarly Paper N° 3299725). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3299725>
- 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>
- Aloui, A., Derrouiche, R., Hamani, N., & Delahoche, L. (2020, novembre). Collaboration horizontale durable des reseaux de transport de marchandises : Etat de l'art et perspectives. *13ème Conférence Internationale de Modélisation, Optimisation et Simulation (MOSIM'20)*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03028806>
- Amblard, H. (2004). *Les nouvelles approches sociologiques des organisations*. Éditions du Seuil. <http://banq.pretnumerique.ca/accueil/isbn/9782021287516>
- 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>
- Ante, L. (2021). Smart contracts on the blockchain – A bibliometric analysis and review. *Telematics and Informatics*, 57, 101519. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101519>
- Antonelli, C. (1988). The Emergence of the Network Firm. In C. Antonelli (Éd.), *New Information Technology and Industrial Change : The Italian Case* (p. 13-32). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-3001-8_2
- Apte, S., & Petrovsky, N. (2016). Will blockchain technology revolutionize excipient supply chain management? *Journal of Excipients and Food Chemicals*, 7(3), 910.
- Argyris, C., Putman, R., Putnam, R. D., Smith, D. M., & others. (1985). *Action science* (Vol. 13). Jossey-bass.

- Arruñada, B., & Garicano, L. (2018). Blockchain : The birth of Decentralized Governance. In *Working Papers* (N° 1038; Working Papers). Barcelona Graduate School of Economics.
<https://ideas.repec.org/p/bge/wpaper/1038.html>
- Atzei, N., Bartoletti, M., & Cimoli, T. (2017). A Survey of Attacks on Ethereum Smart Contracts (SoK). In M. Maffei & M. Ryan (Éds.), *Principles of Security and Trust* (p. 164-186). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-54455-6_8
- Atzori, M. (2015). *Blockchain Technology and Decentralized Governance : Is the State Still Necessary?* (SSRN Scholarly Paper ID 2709713). Social Science Research Network.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2709713>
- Aubert, J., de La Raudière, L., & Mis, J.-M. (2018). *Rapport d'information n°1501, Les blockchains un enjeu de souveraineté.*
- Axelrod, R. (1981). The Emergence of Cooperation among Egoists. *American Political Science Review*, 75(2), 306-318. <https://doi.org/10.2307/1961366>
- Axelrod, R. (1996). *Comment réussir dans un monde d'égoïstes : Théorie du comportement coopératif.* Ed. O. Jacob.
- Axelrod, R. M. (2006). *The evolution of cooperation* (Rev. ed). Basic Books.
- Bacon, F. (1668). *The New Organon; or, True Directions Concerning the Interpretation of Nature (1620).* In vol. 4 of *The Works of Francis Bacon*, edited by James Spedding, RL Ellis, and DD Heath, 37–248. New York: Garrett Press.
- Badr, B., Horrocks, R., & Wu, X. (Brian). (2018). *Blockchain by example : A developer's guide to creating decentralized applications using Bitcoin, Ethereum, and Hyperledger.*
<http://proquest.safaribooksonline.com/?fpi=9781788475686>
- Bager, S. L., Singh, C., & Persson, U. M. (2022). Blockchain is not a silver bullet for agro-food supply chain sustainability : Insights from a coffee case study. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4, 100163. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2022.100163>
- Bahga, A., & Madiseti, J. (2019). (IN) (72) *Inventors : Vijay K .Madiseti, Johns Creek , GA.* 56.
- Bahga, A., & Madiseti, V. (2017). *Blockchain Applications : A Hands-On Approach.* VPT.

- Bajolle, E., & Godé, C. (2021). Blockchain et relations inter-organisationnelles dans la Supply Chain : Une approche par la théorie de l'agence. In *Post-Print* (hal-03226731; Post-Print). HAL. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-03226731.html>
- Ballatore, M., Toumi, D. M., & Arena, L. (2022). "Blockchain-based data sharing system: an experimental analysis of behavioural features affecting inter-organisational cooperation" (2022). *ECIS2022 Research Papers*.
- Baran, P. (2011). *Pionnier des réseaux distribués*. 5.
- Baranger, P., Nguyen, G. D., Leray, Y., & Mevel, O. (2016). *Le management opérationnel des services* (hal-01443711; Post-Print). HAL. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-01443711.html>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Baron, R., & Chaudey, M. (2019). *Blockchain and Smart-contract : A pioneering Approach of inter-firms Relationships? The case of franchise networks*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02111603>
- Barrera, C., & Hurder, S. (2018). *Blockchain Upgrade as a Coordination Game* (SSRN Scholarly Paper ID 3192208). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3192208>
- Bashir, I. (2018). *Mastering blockchain : Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained* (Second edition, fully revised and updated). Packt.
- Baskerville, R. L. (1999). Investigating Information Systems with Action Research. *Communications of the Association for Information Systems*, 2. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.00219>
- Baudry, B. (1992). Contrat, autorité et confiance : La relation de sous-traitance est-elle assimilable à la relation d'emploi? *Revue économique*, 43(5), 871-893. <https://doi.org/10.2307/3502480>
- Baudry, B. (1993). Partenariat et sous-traitance : Une approche par la théorie des incitations. *Revue d'économie industrielle*, 66(1), 51-68. <https://doi.org/10.3406/rei.1993.1496>
- Baudry, B. (2003). *Economie de la firme*. La découverte Paris.
- Baudry, B. (2005). *L'économie des relations interentreprises*. La Découverte.

- Baudry, B. (2006). 6. L'impact des nouvelles relations de quasi-intégration sur la gestion de l'emploi des fournisseurs : La question des frontières de la firme. In *Les nouvelles frontières du travail subordonné* (p. 121-146). La Découverte.
- Bayraktar, E., Demirbag, M., Koh, S. C. L., Tatoglu, E., & Zaim, H. (2009). A causal analysis of the impact of information systems and supply chain management practices on operational performance : Evidence from manufacturing SMEs in Turkey. *International Journal of Production Economics*, 122(1), 133-149. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.05.011>
- Beck, R., Avital, M., Rossi, M., & Thatcher, J. B. (2017). Blockchain Technology in Business and Information Systems Research. *Business & Information Systems Engineering*, 59(6), 381-384. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0505-1>
- Beck, R., Müller-Bloch, C., & King, J. (2018). Governance in the Blockchain Economy : A Framework and Research Agenda. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(10). <https://aisel.aisnet.org/jais/vol19/iss10/1>
- Beckard, R., & Harris, R. (1987). *Organizational Transitions : Managing Complex Change*. 2e éd. Reading, Massachusset: Addison-Wesley.
- Benhayoun, L., & Saikouk, T. (2022). Untangling the critical success factors for blockchain adoption in supply chain : A social network analysis. *Revue Française de Gestion Industrielle*. <https://rfgi.fr/rfgi/article/view/915>
- Bennett, N., & Lemoine, G. J. (2014). What a difference a word makes : Understanding threats to performance in a VUCA world. *Business Horizons*, 57(3), 311-317. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.01.001>
- Berbain, C. (2017). La blockchain : Concept, technologies, acteurs et usages. *Annales des Mines - Réalités industrielles, Août 2017*(3), 6-9. <https://doi.org/10.3917/rindu1.173.0006>
- Berg, C., Davidson, S., & Potts, J. (2018). Blockchains as Constitutional Orders. In R. E. Wagner (Éd.), *James M. Buchanan : A Theorist of Political Economy and Social Philosophy* (p. 383-397). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03080-3_18
- Berg, C., Davidson, S., & Potts, J. (2019). *Understanding the blockchain economy : An introduction to institutional cryptoeconomics*. Edward Elgar Publishing.

- Bidan, M., & Rowe, F. (2004). Urbanization practices and strategic behavior : Openness of architecture and enactment in two medium sized companies. *9e Colloque de l'AIM*.
- Bischoff, O., & Seuring, S. (2021). Opportunities and limitations of public blockchain-based supply chain traceability. *Modern Supply Chain Research and Applications*, 3(3), 226-243.
<https://doi.org/10.1108/MS CRA-07-2021-0014>
- Blakeman, M. (2018). *Walmart and Sam's Club to Require Real-Time, End-to-End Food Traceability with Blockchain*. https://corporate.walmart.com/media-library/document/leafy-greens-on-blockchain-press-release/_proxyDocument?id=00000166-0c4c-d96e-a3ff-8f7c09b50001
- Bodkhe, U., Tanwar, S., Parekh, K., Khanpara, P., Tyagi, S., Kumar, N., & Alazab, M. (2020). Blockchain for Industry 4.0 : A Comprehensive Review. *IEEE Access*, 8, 79764-79800.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988579>
- Boissin, O. (1999). La construction des actifs spécifiques : Une analyse critique de la théorie des coûts de transaction. *Revue d'économie industrielle*, 90(1), 7-24.
<https://doi.org/10.3406/rei.1999.1761>
- Boissinot, A. (2010). L'influence de l'asymétrie d'information entre chargeur et prestataires de services logistiques dans l'industrie automobile. *Logistique & Management*, 18(2), 85-96.
<https://doi.org/10.1080/12507970.2010.11516971>
- Bootz, J.-P. (2005). La prospective, un outil de création de connaissances : Perspective cognitive et observation participante. *Revue Finance Contrôle Stratégie*, 8(3), 5-27.
- Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2013). Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food Control*, 33(1), 32-48.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.004>
- Bowersox, D. J., & Daugherty, P. J. (1995). Logistics paradigms : The impact of information technology. *Journal of Business logistics*, 16(1), 65.
- Boxenbaum, E., & Battilana, J. (2005). Importation as innovation : Transposing managerial practices across fields. *Strategic Organization*, 3(4), 355-383.
<https://doi.org/10.1177/1476127005058996>

- Boyer, L., & Scouarnec, A. (2002). La prospective métier : Définition, concept et méthodologie. *Cahier de recherche DMSP*.
- Boyer, L., & Scouarnec, A. (2005). *L'observatoire des métiers : Concepts et pratiques*. Éditions EMS.
- Brookbanks, M., & Parry, G. (2022). The impact of a blockchain platform on trust in established relationships : A case study of wine supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal, ahead-of-print*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/SCM-05-2021-0227>
- 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>
- Buterin, V. & others. (2014). A next-generation smart contract and decentralized application platform. *white paper*, 3(37).
- Caginalp, C., & Caginalp, G. (2018). Opinion : Valuation, liquidity price, and stability of cryptocurrencies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(6), 1131-1134. <https://doi.org/10.1073/pnas.1722031115>
- Cahuc, P. (1998). *La nouvelle microéconomie* (Nouv. éd). Éd. la Découverte.
- Cao, M., & Zhang, Q. (2013). *Supply Chain Collaboration : Roles of Interorganizational Systems, Trust, and Collaborative Culture*. Springer.
- Carmines, E. G. (1990). Zeller. RA (1979) Reliability and validity assessment. *Quantitative applications in the social sciences (Series/No. 07-017)*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Caseau, Y., & Soudoplatoff, S. (2016). *La blockchain, ou la confiance distribuée*. Fondation pour l'innovation politique.
- Casey, M., & Wong, P. (2017). Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain. *Harvard business review*, 13, 1-6.
- Casey, M., Crane, J., Gensler, G., Johnson, S., & Narula, N. (2018). *The impact of blockchain technology on finance : A catalyst for change*. ICMB International Center for Monetary and Banking Studies.
- Cermeño, J. S. (2016). *Blockchain in financial services : Regulatory landscape and future challenges for its commercial application*. 33.

- Chalmers, A. F., Gater, W., Vamplew, A., Bertrand, R., Besse, J., Bourguet, M., Brigaudiot, M., Le Moal, C., Soler, V., Marzouk, V., & others. (1987). Qu'est-ce que la science ? Récents développements en philosophie des sciences» : Popper. *Kuhn, Lakatos, Feyerabend, traduit de l'anglais par Michel Biezunski, Paris, Bibio-Essais.*
- Chang, S. E., & Chen, Y. (2020). When Blockchain Meets Supply Chain : A Systematic Literature Review on Current Development and Potential Applications. *IEEE Access*, 8, 62478-62494. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2983601>
- Chang, Y., Iakovou, E., & Shi, W. (2020). Blockchain in global supply chains and cross border trade : A critical synthesis of the state-of-the-art, challenges and opportunities. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2082-2099. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1651946>
- Chanut, O., & Poirel, C. (2012). Quand les organisations en réseau réagissent collectivement face à la crise. *Revue française de gestion*, 38(223), 105-122. <https://doi.org/10.3166/rfg.223.105-122>
- Chanut, O., Capo, C., & Bonet, D. (2010). *La mutualisation des moyens logistiques ne concerne-t-elle que les grandes entreprises ? Le point des pratiques dans les systèmes verticaux contractuels.* 20.
- Chanut, O., Capo, C., & Bonet-Fernandez, D. (2011). De la mutualisation verticale à la mutualisation horizontale : Les enjeux et les critères de choix logistiques des réseaux sélectifs de contractuels. *Revue française de gestion industrielle*, 30, 37-59.
- Charreaux, G. (2000). La théorie positive de l'agence : Positionnement et apports. *Revue d'économie industrielle*, 92(1), 193-214.
- Charreaux, G. (2008). Michael Jensen : La théorie positive de l'agence et ses applications à l'architecture et à la gouvernance des organisations. *Les grands auteurs en économie des organisations*, 227-259.
- Charvet, F. F., Cooper, M. C., & Gardner, J. T. (2008). The intellectual structure of supply chain management : a bibliometric approach. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 47-73. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2008.tb00068.x>
- Checkland, P., & Holwell, S. (1998). Action Research : Its Nature and Validity. *Systemic Practice and Action Research*, 11(1), 9-21. <https://doi.org/10.1023/A:1022908820784>

- Chen, W., Botchie, D., Braganza, A., & Han, H. (2022). A transaction cost perspective on blockchain governance in global value chains. *Strategic Change*, 31(1), 75-87. <https://doi.org/10.1002/jsc.2487>
- Chen, W., Liang, X., Li, J., Qin, H., Mu, Y., & Wang, J. (2018). Blockchain Based Provenance Sharing of Scientific Workflows. *2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 3814-3820. <https://doi.org/10.1109/BigData.2018.8622237>
- Chiapello, È., Gilbert, P., & Baud, C. (2013). *Sociologie des outils de gestion : Introduction à l'analyse sociale de l'instrumentation de gestion*. La Découverte.
- Chin, T., Shi, Y., Singh, S. K., Agbanyo, G. K., & Ferraris, A. (2022). Leveraging blockchain technology for green innovation in ecosystem-based business models : A dynamic capability of values appropriation. *Technological Forecasting and Social Change*, 183, 121908. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121908>
- Choi, T.-M. (2020). Supply chain financing using blockchain : Impacts on supply chains selling fashionable products. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03615-7>
- Chouli, B., Leporcher, Y.-M., & Goujon, F. (2017). *Les blockchains : De la théorie à la pratique, de l'idée à l'implémentation*. Editions ENI.
- Chowdhury, S. M. H. M., Jahan, F., Sara, S. M., & Nandi, D. (2020). Secured Blockchain Based Decentralised Internet : A Proposed New Internet. *Proceedings of the International Conference on Computing Advancements*, 1-7. <https://doi.org/10.1145/3377049.3377083>
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things. *IEEE Access*, 4, 2292-2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Claye-Puaux, S., Lazzeri, J., Meurier, B., & Rouquet, A. (2014). Le rôle des pivots organisationnels dans l'intégration globale des supply chains. *Logistique & Management*, 22(3), 27-37. <https://doi.org/10.1080/12507970.2014.11517060>
- 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>
- Collin, M. (2003). Ville portuaire, acteur du développement durable. *Ville Portuaire, Acteur Du Développement Durable*, 1-200.
- Cong, L. W., & He, Z. (2019). Blockchain Disruption and Smart Contracts. *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1754-1797. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz007>
- 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.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220-240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Couzineau-Zegwaard, E., & Meier, O. (2020). L'évolution de la fonction Supply Chain au sein de la gouvernance d'entreprise au prisme de « l'ambidextrie organisationnelle ». *Projectics / Projectica / Projectique*, 26(2), 53-76.
- Croteau, A.-M., & Bergeron, F. (2009). Interorganizational Governance of Information Technology. *2009 42nd Hawaii International Conference on System Sciences*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2009.271>
- Crozier, M., & Friedberg, E. (1977). *L'acteur et le système : Les contraintes de l'action collective*. Éditions du Seuil.
- Cuny, D. (2017, septembre 14). *Retard d'avion : Axa lance une assurance automatique sur la Blockchain*. La Tribune. <https://www.latribune.fr/entreprises-finance/banques-finance/retard-d-avion-axa-lance-une-assurance-automatique-sur-la-blockchain-750202.html>
- Dahl, R. A. (1957). The concept of power. *Behavioral Science*, 2(3), 201-215. <https://doi.org/10.1002/bs.3830020303>
- Daidj, N. (2017). *Coopération, coopération et innovation*. ISTE group.

- David, A. (1999). Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion. *In Conférence de l'AIMS* (Vol. 23).
- 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>
- De Corbière, F., & Le Dû, A.-C. H. (2012). La qualité de l'information produit, vecteur d'une supply chain davantage durable. *Logistique & Management*, 20(2), 41-52.
- De Corbière, F., Rowe, F., & Wolff, F.-C. (2012). *De l'intégration interne du système d'information à l'intégration du système d'information de la chaîne logistique* (halir.hal.00671507v1). HAL.
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00671507>
- De Filippi, P., Wright, A., Oneissi, M., & Ruffault, G. (2019). *Blockchain & droit : Le règne du code*.
- De Giovanni, P. (2020). Blockchain and smart contracts in supply chain management : A game theoretic model. *International Journal of Production Economics*, 228, 107855.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107855>
- Della Chiesa, M., Hiault, F., Téqui, C., Bouzou, N., & Gress, T. (2018). *Blockchain : Vers de nouvelles chaînes de valeur*. Prospectives accuracy.
- Deng, X., Luo, Z., Zou, Y., Li, K., & Liu, H. (2022). A Novel Semifragile Consensus Algorithm Based on Credit Space for Consortium Blockchain. *Security and Communication Networks*, 2022, e1955141. <https://doi.org/10.1155/2022/1955141>
- 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.
- Dick, B. (2004). Action research literature : Themes and trends. *Action research*, 2(4), 425-444.
- Dickson, B. (2016). Blockchain has the potential to revolutionize the supply chain. *Aol Tech*.

- Donada, C., & Nogatchewsky, G. (2008). Partenariat, vassalité, marché et seigneurie : 4 configurations de contrôle client-fournisseur. *Comptabilité Contrôle Audit*, 14(1), 145-168. <https://doi.org/10.3917/cca.141.0145>
- Dornier, P.-P., & Fender, M. (2007). *La logistique globale : Enjeux, principes, exemples*. Ed. d'Organisation.
- Duan, J., Zhang, C., Gong, Y., Brown, S., & Li, Z. (2020). A Content-Analysis Based Literature Review in Blockchain Adoption within Food Supply Chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), Art. 5. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051784>
- Dujak, D., & Sajter, D. (2019). Blockchain Applications in Supply Chain. In A. Kawa & A. Maryniak (Éds.), *SMART Supply Network* (p. 21-46). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91668-2_2
- Dumas, J.-G. (2018). *Les blockchains en 50 questions : Comprendre le fonctionnement et les enjeux de cette technologie innovante*. Dunod.
- Dutta, P., Choi, T.-M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations : Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142, 102067. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067>
- Dwivedi, S. K., Amin, R., & Vollala, S. (2020). Blockchain based secured information sharing protocol in supply chain management system with key distribution mechanism. *Journal of Information Security and Applications*, 54, 102554. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2020.102554>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550.
- Ellram, L. M. (1991). Supply-Chain Management : The Industrial Organisation Perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 21(1), 13-22. <https://doi.org/10.1108/09600039110137082>
- ElMessiry, M., & ElMessiry, A. (2018). Blockchain Framework for Textile Supply Chain Management. In S. Chen, H. Wang, & L.-J. Zhang (Éds.), *Blockchain – ICBC 2018* (p. 213-227). Springer International Publishing.

- Estampe, D., & Babai, M. Z. (2016). VIII. John T. Mentzer. Une vision systémique et stratégique du Supply Chain Management. In *Les Grands Auteurs en Logistique et Supply Chain Management* (p. 124-139). EMS Editions; Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/ems.lavas.2016.01.0124>
- Fabbe-Costes, N. (2000). Le rôle transformatif des SIC et TIC sur les interfaces multi-acteurs de la distribution et de la logistique. in Nathalie Fabbe-Costes, Jacques Colin et Gilles Paché. *Faire de la recherche en logistique et distribution ?*, Vuibert, Chapitre 9, pp.171-194, 2000, Collection FNEGE, 2-71117-7996-3. hal-03313097
- Fabbe-Costes, N. (2005). La gestion dynamique des supply chains des entreprises virtuelles. *Revue française de gestion*, 31(156), 151-166. <https://doi.org/10.3166/rfg.156.151-166>
- Fabbe-Costes, N. (2010). *Réussir l'intégration des chaînes logistiques*. Ed. Techniques Ingénieur.
- Fabbe-costes, N., & Jahre, M. (2008). Supply chain integration and performance : A review of the evidence. *The International Journal of Logistics Management*. (130 -154; Vol. 19).
- Fabbe-Costes, N., & Lazzeri, J. (2014). *Chapitre 9. Vers une hyper traçabilité et un hyper pilotage des chaînes logistiques ?* EMS Editions. <http://www.cairn.info/la-logistique--9782847696813-page-189.htm>
- Fabbe-Costes, N., & Lemaire, C. (2001). La traçabilité totale d'une supply chain : Principes, obstacles et perspectives de mise en oeuvre. *Revue française de gestion industrielle*, Vol.20(N°3), pp.23-52.
- Fabbe-Costes, N., Jahre, M., & Roussat, C. (2008). Towards a Typology of the Roles of Logistics Service Providers as 'Supply Chain Integrators'. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 9(2), 28-43. <https://doi.org/10.1080/16258312.2008.11517197>
- Fiaidhi, J., Mohammed, S., & Mohammed, S. (2018). EDI with Blockchain as an Enabler for Extreme Automation. *IT Professional*, 20(4), 66-72. <https://doi.org/10.1109/MITP.2018.043141671>
- Field, A. M. (2017). Blockchain for Freight? *Journal of Commerce (1542-3867)*, 18(5), 88-92.
- Fimbel, E. (2007). *Alignement stratégique : Synchroniser les systèmes d'information avec les trajectoires et manoeuvres des entreprises*. Pearson Education France.
- Flori, J.-P. (2017). Sécurité et insécurité de la blockchain et des smart contracts. *Annales des Mines - Realites industrielles*, Août 2017(3), 98-101.

- Foray, D. (Éd.). (1997). Codes informationnels, échanges électroniques de données et nouveaux dispositifs de coordination. *Les frontières de la firme*.
- Fosso Wamba, S., & Guthrie, C. (2020). The impact of blockchain adoption on competitive performance : The mediating role of process and relational innovation. *Logistique & Management*, 28(1), 88-96. <https://doi.org/10.1080/12507970.2019.1679046>
- Frémont, A., & Franc, P. (2008). *Voies navigables et desserte portuaire Massifier les flux pour intégrer le transport fluvial dans les chaînes logistiques portuaires : Étude des impacts économiques et environnementaux. Le cas du transport fluvial conteneurisé* (p. 91p). *Rapport INRETS* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00544625>
- Frey, R., Wörner, D., & Ilic, A. (2016). Collaborative Filtering on the Blockchain: A Secure Recommender System for e-Commerce. *AMCIS 2016 Proceedings*. <https://aisel.aisnet.org/amcis2016/ISSec/Presentations/36>
- Frimousse, S., & Gaillard, H. (2021). Monde chaotique : Au-delà de la résilience, vers l'antifragilité. *Recherches en Sciences de Gestion*, 142(1), 271-307. <https://doi.org/10.3917/resg.142.0271>
- Fukuyama, F. (1995). *Trust [Texte imprimé] : The social virtues and the creation of prosperity* (BU Centre – Magasins Cotes G G30219). Hamish Hamilton; BU Rennes 1. <https://passerelle.univ-rennes1.fr/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat06143a&AN=bur.146001&lang=fr&site=eds-live>
- Fulconis, F. (2019). Pilotage de réseaux. Quel rôle pour le prestataire de services logistiques ? In *Post-Print* (hal-02280649; Post-Print). HAL. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-02280649.html>
- Fulconis, F., & Roveillo, G. (2017). L'intermédiation logistique dans le pilotage des chaînes multi-acteurs : Proposition d'une grille d'analyse. *Management Avenir*, N° 98(8), 163-189.
- Fulconis, F., Meurier, B., & Paché, G. (2019). Capacités dynamiques, réseaux et chaînes logistiques. *Revue internationale des sciences de l'organisation*, N° 7(1), 43-78.
- Fulconis, F., Paché, G., & Duong, H. T. (2017). « 'Ne met pas de l'huile qui veut' : Retour aux origines du métier de prestataire de services logistiques », Chapitre 27, in Gilles PACHÉ (Coordonné par). *Collection « Droits, pouvoirs et sociétés »*. [Ouvrage labellisé FNEGE en 2018 par le « Collège de Labellisation des Ouvrages de Management – Catégorie Ouvrage de Recherche

- Collectif»] (hal-01790262; Post-Print). HAL. <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-01790262.html>
- 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>
- Gao, Y., Feng, Z., & Zhang, S. (2021). Managing supply chain resilience in the era of VUCA. *Frontiers of Engineering Management*, 8(3), 465-470. <https://doi.org/10.1007/s42524-021-0164-2>
- Garrette, B., & Dussauge, P. (1991). Alliances stratégiques : Mode d'emploi. *Revue française de gestion*, 85, pp-4.
- Gatti, R., Lewis, S., Ozment, A., Rayna, T., & Serjantov, A. (2004). Sufficiently Secure Peer-to-Peer Networks. 17. In *Workshop on the Economics of Information Security*.
- Gavard-Perret, M.-L. (2018). Méthodologie de la recherche en sciences de gestion : Réussir son mémoire ou sa thèse. *Editons Pearson Education France*
- Genestier, P., Letondeur, L., Zouarhi, S., Prola, A., & Temerson, J.-M. (2017). Blockchains et Smart Contracts : Des perspectives pour l'Internet des objets (IoT) et pour l'e-santé. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, Août 2017(3), 70-73. <https://doi.org/10.3917/rindu1.173.0070>
- Ghertman, M. (2004). Stratégie de l'entreprise : Théories et actions. *Economica*.
- Granovetter, M. S. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380.
- Greenwood, D. J., & Levin, M. (1998). Action research, science, and the co-optation of social research. *Studies in Cultures, Organizations and Societies*, 4(2), 237-261. <https://doi.org/10.1080/10245289808523514>
- Gregory E. Truman. (2000). Integration in Electronic Exchange Environments. *Journal of Management Information Systems*, 17(1), 209-244. <https://doi.org/10.1080/07421222.2000.11045630>
- Grosse, N., Guerpinar, T., & Henke, M. (2021). Blockchain-Enabled Trust in Intercompany Networks Applying the Agency Theory. *Proceedings of the 2021 3rd Blockchain and Internet of Things Conference*, 8-14. <https://doi.org/10.1145/3475992.3475994>
- Gummesson, E. (2000). *Qualitative Methods in Management Research*. SAGE.

- 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>
- Handfield, R. B., & Bechtel, C. (2002). The role of trust and relationship structure in improving supply chain responsiveness. *Industrial Marketing Management*, 31(4), 367-382. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(01\)00169-9](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(01)00169-9)
- Haouet, C. (2008). Informatique décisionnelle et management de la performance de l'entreprise. *Information, communication et management dans l'entreprise: quels enjeux ?* LOG 49. 2008-01, 33.
- Harland, C. M. (1996). Supply Chain Management : Relationships, Chains and Networks. *British Journal of Management*, 7(s1), S63-S80. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.1996.tb00148.x>
- Harvey, C. R., Moorman, C., & Toledo, M. (2018). How Blockchain Can Help Marketers Build Better Relationships with Their Customers. *Harvard Business Review Digital Articles*, 6-13.
- Hatem, F., & Prél, B. (1995). Pour une prospective participative. *Ronéo, BIPE-Conseil*.
- Hawlicsek, F., Notheisen, B., & Teubner, T. (2018). The limits of trust-free systems : A literature review on blockchain technology and trust in the sharing economy. *Electronic Commerce Research and Applications*, 29, 50-63. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2018.03.005>
- Heines, R., & Gürpınar, T. (2021). *Towards a Typology of Blockchain-based Applications : A Conceptualization from a Business Perspective*. 004, 92-101. <https://doi.org/10.48446/opus-13082>
- Henderson, J. C., & Venkatraman, N. (1994). *Strategic alignment : A model for organizational transformation via information technology*. Oxford University Press: New York.
- Hofmann, E., Strewe, U. M., & Bosia, N. (2018). *Supply chain finance and blockchain technology : The case of reverse securitisation*. Springer.
- Hole, K. J. rgen. (2016). *Anti-fragile ICT Systems* (1st ed. 2016). Springer International Publishing : Imprint: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-30070-2>

- Howson, P. (2020). Building trust and equity in marine conservation and fisheries supply chain management with blockchain. *Marine Policy*, 115, 103873. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103873>
- Huet, J.-M., & Micheaux, J.-M. (2020). *Les défis de la supply chain : Logistique et achat, le renouveau ?* Pearson.
- 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.
- Hughes, L., Dwivedi, Y. K., Misra, S. K., Rana, N. P., Raghavan, V., & Akella, V. (2019). Blockchain research, practice and policy : Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda. *International Journal of Information Management*, 49, 114-129. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.005>
- Hunt, S. D., & Davis, D. F. (2012). Grounding Supply Chain Management in Resource-Advantage Theory : In Defense of a Resource-Based View of the Firm. *Journal of Supply Chain Management*, 48(2), 14-20. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2012.03266.x>
- Imeri, A. (2021). *Utilisation de la technologie blockchain pour l'amélioration de la confiance dans les processus de logistique et de transport* [These de doctorat, université Paris-Saclay]. <https://www.theses.fr/2021UPASG036>
- Irannezhad, E. (2020). Is blockchain a solution for logistics and freight transportation problems? *Transportation Research Procedia*, 48, 290-306. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.023>
- Isaac, H. (2021). Numérique et confiance. *Annales des Mines - Enjeux Numériques*, 13, 12-16.
- Jabbar, S., Lloyd, H., Hammoudeh, M., Adebisi, B., & Raza, U. (2021). Blockchain-enabled supply chain : Analysis, challenges, and future directions. *Multimedia Systems*, 27(4), 787-806. <https://doi.org/10.1007/s00530-020-00687-0>
- Jensen, C., & Meckling, H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305-360. ISSN 0304-405X. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X)
- Jensen, M., & Meckling, W. (1992). Specific and General Knowledge and Organizational Science. *Contract Economics*.

- 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>
- JOC. (2017). Maersk and Ibm Team up to Digitalize Supply Chain. *Journal of Commerce (1542-3867)*, 18(6), 7-8.
- Johansen, B., & Euchner, J. (2013). Navigating the VUCA World. *Research-Technology Management*, 56(1), 10-15. <https://doi.org/10.5437/08956308X5601003>
- Jones, D., & Womack, J. (2012). *Systeme Lean : Penser l'entreprise au plus juste*. Pearson.
- Josserand, E. (2007). Le pilotage des réseaux. *Revue française de gestion*, 170(1), 95-102.
- Jouini, S. B. M., & Silberzahn, P. (2016). XIV. Clayton M. Christensen. *Les innovations de rupture : Défis et principes de management*. EMS Editions. <http://www.cairn.info/les-grands-auteurs-en-management-de-l-innovation--9782847698121-page-283.htm>
- Kabwende, C. N. (2021). *Security requirements for the application of blockchain technology in the mining industry : Supply chain area*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18661.93921>
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2020). Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *International Journal of Information Management*, 52, 101967.
- Karakas, S., Acar, A. Z., & Kucukaltan, B. (2021). Blockchain adoption in logistics and supply chain : A literature review and research agenda. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1-24. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2012613>
- Karrer, U. (2018). *Making Blockchain Real for Business*. 32. [Presentation]. SKU Working Session, IBM services, Zürich.
- Kauffmann, A., & Guerin, F. (2019). Le Paradoxe Du Transport Fluvial Français A L'Aune Du Management Public Durable. *Colloque AIRMAP 2019 de l'Association Internationale de Recherche en Management Public*.
- Khan, S. A. R., & Yu, Z. (2020). The Integration of Blockchain and Supply Chain Management : A state-of-the-art literature review. *2020 2nd International Conference on Applied Machine Learning (ICAML)*, 430-433. <https://doi.org/10.1109/ICAML51583.2020.00093>

- Kim, H., & Laskowski, M. (2017). A perspective on blockchain smart contracts : Reducing uncertainty and complexity in value exchange. *2017 26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)*, 1-6.
- Kin, V., Jan, F., Senkel, M.-P., & Bonnaud, S. (2018, septembre 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.
- Koberg, E., & Longoni, A. (2019). A systematic review of sustainable supply chain management in global supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 207, 1084-1098. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.033>
- Koenig, G. (1993). *Production de la connaissance et constitution des pratiques organisationnelles*.
- Koenig, G. (2012). Le concept d'écosystème d'affaires revisité. *M@n@gement*, 15(2), 209-224. <https://doi.org/10.3917/mana.152.0209>
- Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. *proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*.
- Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain Practices, Potentials, and Perspectives in Greening Supply Chains. *Sustainability*, 10(10), 3652. <https://doi.org/10.3390/su10103652>
- 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>
- Kummer, S., Herold, D. M., Dobrovnik, M., Mikl, J., & Schäfer, N. (2020). A Systematic Review of Blockchain Literature in Logistics and Supply Chain Management : Identifying Research Questions and Future Directions. *Future Internet*, 12(3), Art. 3. <https://doi.org/10.3390/fi12030060>
- Lacity, M. C., & Van Hoek, R. (2021). How Walmart Canada Used Blockchain Technology to Reimagine Freight Invoice Processing. *MIS Quarterly Executive*, 20(3), 219-233. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00050>

- Laforet, L., & Bilek, G. (2021). Blockchain : An inter-organisational innovation likely to transform supply chain. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 22(3), 240-249. <https://doi.org/10.1080/16258312.2021.1953931>
- Lambourdiere, E., & Corbin, E. (2020). Blockchain and maritime supply-chain performance : Dynamic capabilities perspective. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 12(1), 24-34. <https://doi.org/10.1108/WHATT-10-2019-0069>
- Lavastre, O., & Ageron, B. (2007). *La théorie de la structuration appliquée aux SI inter et intra-organisationnels - SI/organisation : Distinction ou intégration ?* [Post-Print]. HAL. <https://econpapers.repec.org/paper/haljournal/halshs-00192963.htm>
- Lazzeri, J. (2014). *Vers une traçabilité totale des supply chains : Le cas de l'agroalimentaire en France* [These de doctorat, Aix-Marseille]. <https://www.theses.fr/2014AIXM2000>
- Lecocq, F. (2019). Les géants de l'alimentaire ont déjà riposté. *CosmetiqueMag*, 201, 15-15.
- Lecoutre, M., & Lièvre, P. (2019). Le lien faible coopératif: Une poursuite du programme de Granovetter. *Revue Française de Gestion*, 45(279), 11-26. <https://doi.org/10.3166/rfg.2019.00316>
- Lee, J., & Pilkington, M. (2017). How the Blockchain Revolution Will Reshape the Consumer Electronics Industry [Future Directions]. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 6(3), 19-23. <https://doi.org/10.1109/MCE.2017.2684916>
- Leloup, L. (2017). *Blockchain : La révolution de la confiance*. Editions Eyrolles.
- Lendjel, E., & Fischman, M. (2010). *Changements institutionnels et efficience de l'affrètement au voyage dans le transport fluvial de marchandises*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00515244>
- Lesueur-Cazé, M., Bironneau, L., Lux, G., & Morvan, T. (2022). Réflexions sur les usages de la blockchain pour la logistique et le Supply Chain Management : Une approche prospective. *Revue Française de Gestion Industrielle*, 36(1), Article 1. <https://doi.org/10.53102/2022.36.01.917>
- Lewis, R., McPartland, J. W., & Ranjan, R. (2017). Blockchain and Financial Market Innovation. *Economic Perspectives*, 41(7), 1-17.

- Li, J., Wu, J., & Chen, L. (2018). Block-secure : Blockchain based scheme for secure P2P cloud storage. *Information Sciences*, 465, 219-231.
- Li, M., Shen, L., & Huang, G. Q. (2019). Blockchain-enabled workflow operating system for logistics resources sharing in E-commerce logistics real estate service. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 950-969. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.003>
- Li, Z., Wu, H., King, B., Ben Miled, Z., Wassick, J., & Tazelaar, J. (2018). A Hybrid Blockchain Ledger for Supply Chain Visibility. *2018 17th International Symposium on Parallel and Distributed Computing (ISPDC)*, 118-125. <https://doi.org/10.1109/ISPDC2018.2018.00025>
- Li, Z., Wu, H., King, B., Miled, Z. B., Wassick, J., & Tazelaar, J. (2017). On the Integration of Event-Based and Transaction-Based Architectures for Supply Chains. *2017 IEEE 37th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW)*, 376-382. <https://doi.org/10.1109/ICDCSW.2017.51>
- Liao, D.-Y., & Wang, X. (2018). Applications of Blockchain Technology to Logistics Management in Integrated Casinos and Entertainment. *Informatics*, 5(4), 44. <https://doi.org/10.3390/informatics5040044>
- Liu, Z., Luong, N. C., Wang, W., Niyato, D., Wang, P., Liang, Y.-C., & Kim, D. I. (2019). A Survey on Applications of Game Theory in Blockchain. *arXiv:1902.10865 [cs]*. <http://arxiv.org/abs/1902.10865>
- López-Pimentel, J. C., Rojas, O., & Monroy, R. (2020). Blockchain and off-chain : A Solution for Audit Issues in Supply Chain Systems. *2020 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)*, 126-133. <https://doi.org/10.1109/Blockchain50366.2020.00023>
- Lundbaek, L.-N., & Huth, M. (2017). Oligarchic Control of Business-to-Business Blockchains. *2017 IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops (EuroS&PW)*, 68-71. <https://doi.org/10.1109/EuroSPW.2017.53>
- Mack, O., & Khare, A. (2016). Perspectives on a VUCA World. In O. Mack, A. Khare, A. Krämer, & T. Burgartz (Éds.), *Managing in a VUCA World* (p. 3-19). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16889-0_1

- Madhwal, Y., & Panfilov, P. (2017). Blockchain And Supply Chain Management : Aircrafts' Parts' Business Case. In B. Katalinic (Éd.), *DAAAM Proceedings* (1^{re} éd., Vol. 1, p. 1051-1056). DAAAM International Vienna. <https://doi.org/10.2507/28th.daaam.proceedings.146>
- 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>
- Mandard, M. (2015). *Les réseaux inter-organisationnels*. La Découverte.
- Marcus Wallenburg, C., & Lukassen, P. (2011). Proactive improvement of logistics service providers as driver of customer loyalty. *European Journal of Marketing*, 45(3), 438-454. <https://doi.org/10.1108/03090561111107267>
- Marfia, G., & Esposti, P. D. (2017). Blockchain and Sensor-Based Reputation Enforcement for the Support of the Reshoring of Business Activities. In A. Vecchi (Éd.), *Reshoring of Manufacturing : Drivers, Opportunities, and Challenges* (p. 125-139). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58883-4_6
- Marin-Dagannaud, G. (2017). Le fonctionnement de la blockchain. *Annales des Mines - Realites industrielles*, Août 2017(3), 42-45.
- Mearian, L. (2017). Blockchain integration turns ERP into a collaboration platform. Retrieved Febr, 16(2017), 2018.
- Medina, M. Z. J., Baudet, C., Doan, K., & Lebraty, J.-F. (2020). *Les impacts des technologies blockchain sous le prisme de la théorie de l'agence : Étude de cas multiple dans le domaine de la supply chain*. 19.
- Ménard, C. (2012). *L' économie des organisations* (3. éd. entièrement refondue et mise à jour). Découverte.
- Mendez, A., & Mercier, D. (2006). Compétences-clés de territoires. Le rôle des relations interorganisationnelles. *Revue française de gestion*, 164(5), 253-275. <https://doi.org/10.3166/rfg.164.253-276>
- Mentzer, J. T., Stank, T. P., & Esper, T. L. (2008). Supply Chain Management and Its Relationship to Logistics, Marketing, Production, and Operations Management. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 31-46. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2008.tb00067.x>

- Mérindol, V., Rouby, É., Versailles, D. W., & Thomas, C. (2009). Une méthodologie de prospective métiers fondée sur les compétences collectives : L'exemple du métier de pilote de chasse. *Management & Avenir*, 25(5), 315-334. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/mav.025.0315>
- Mevel, O., & Morvan, T. (2021). Relation de service, boucle de service et bouquet de services examinés dans un contexte logistique [Review of *Relation de service, boucle de service et bouquet de services examinés dans un contexte logistique*, par N. Morvan]. *European Review of Service Economics and Management*, 2021 – 2(n° 12), 35-68. <https://doi.org/10.48611/isbn.978-2-406-12261-6.p.0035>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2003). *Analyse des données qualitatives*. De Boeck Supérieur.
- Molina-Jimenez, C., Sfyarakis, I., Solaiman, E., Ng, I., Weng Wong, M., Chun, A., & Crowcroft, J. (2018). Implementation of Smart Contracts Using Hybrid Architectures with On and Off-Blockchain Components. *2018 IEEE 8th International Symposium on Cloud and Service Computing (SC2)*, 83-90. <https://doi.org/10.1109/SC2.2018.00018>
- Mölken, R. van. (2018). *Blockchain across Oracle : Understand the details and implications of the Blockchain for Oracle developers and customers*. <http://proquest.safaribooksonline.com/?fpi=9781788474290>
- Montecchi, M., Plangger, K., & Etter, M. (2019). It's real, trust me ! Establishing supply chain provenance using blockchain. *Business Horizons*, 62(3), 283-293. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.008>
- Morabito, V. (2017). *Business Innovation Through Blockchain*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48478-5>
- Murphy, P. R., & Daley, J. M. (1999). EDI benefits and barriers : Comparing international freight forwarders and their customers. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 29(3), 207-217. <https://doi.org/10.1108/09600039910268700>
- Murray, A., Kuban, S., Josefy, M., & Anderson, J. (2021). Contracting in the Smart Era : The Implications of Blockchain and Decentralized Autonomous Organizations for Contracting and Corporate Governance. *Academy of Management Perspectives*, 35(4), 622-641. <https://doi.org/10.5465/amp.2018.0066>

- Nagati, H., Rebolledo, C., & Jobin, M.-H. (2009). Collaboration entre les acteurs de la chaîne logistique : Conditions de succès. *Gestion, Vol. 34*(1), 27-36.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin : A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. 9.
- Nakamoto, S. (2014). *The book of Satoshi : The collected writings of Bitcoin creator Satoshi Nakamoto* (P. C. Champagne, Éd.). Phil Champagne.
- Narayan, R., & Tidström, A. (2020). Tokenizing cooperation in a blockchain for a transition to circular economy. *Journal of Cleaner Production, 263*, 121437. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121437>
- Narwane, V. S., Raut, R. D., Mangla, S. K., Dora, M., & Narkhede, B. E. (2021). Risks to Big Data Analytics and Blockchain Technology Adoption in Supply Chains. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04396-3>
- Nguyen, L., & Chanut, O. (2018, mai). Measure service quality in e-commerce context : A review of measurement scale and perspectives. *Association Française du marketing*. 12ème Rencontres Internationales en Logistique, Paris, 22 et 23 septembre, Strasbourg, France. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01812214>
- Notheisen, B. (2017). Hype – towards a blockchain market engineering approach. *In Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS), Guimarães, Portugal, June 5-10, 2017 (pp. 1062-1080)*. ISBN 978-989-20-7655-3 Research Papers.
- O’Leary, D. E. (2017). Configuring blockchain architectures for transaction information in blockchain consortiums : The case of accounting and supply chain systems. *Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management, 24*(4), 138-138-147. Business Source Complete. <https://doi.org/10.1002/isaf.1417>
- O’Marah, K. (2017). Blockchain for supply chain : Enormous potential down the road. *Forbes, March 9, 2017*, <https://www.forbes.com/sites/kevinomarah/2017/03/09/blockchain-for-supply-chain-enormouspotential-down-the-road>.
- Osmani, M., El-Haddadeh, R., Hindi, N., Janssen, M., & Weerakkody, V. (2021). Blockchain for next generation services in banking and finance : Cost, benefit, risk and opportunity analysis. *Journal*

- of Enterprise Information Management*, 34(3), 884-899. <https://doi.org/10.1108/JEIM-02-2020-0044>
- Paché, G., & Paraponaris, C. (2006). L'entreprise en réseau : Approches inter et intra-organisationnelles. *Ed. de l'ADREG*. halshs-00009555
- Paillé, P., & Mucchielli, A. (2019). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Armand Colin.
- Park, A., & Li, H. (2021). The Effect of Blockchain Technology on Supply Chain Sustainability Performances. *Sustainability*, 13(4), Art. 4. <https://doi.org/10.3390/su13041726>
- Peck, M. E. (2017). Blockchain world - Do you need a blockchain? This chart will tell you if the technology can solve your problem. *IEEE Spectrum*, 54(10), 38-60. <https://doi.org/10.1109/MSPEC.2017.8048838>
- Peltoniemi, T., & Ihalainen, J. (2019). Evaluating Blockchain for the Governance of the Plasma Derivatives Supply Chain : How Distributed Ledger Technology Can Mitigate Plasma Supply Chain Risks. *Blockchain in Healthcare Today*. <https://doi.org/10.30953/bhty.v2.107>
- 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>
- Pesqueux, Y. (2009). Un modèle organisationnel en « confiance-coopération ». *Management & Avenir*, 21(1), 261-272. <https://doi.org/10.3917/mav.021.0261>
- Pham, H. (2018). *The impact of Blockchain Technology on the improvement of Food Supply Chain Management : Transparency and Traceability : A case study of Walmart and Atria* [Fi=AMK-opinnäytetyö|sv=YH-examensarbete|en=Bachelor's thesis]. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. <http://www.theseus.fi/handle/10024/157299>
- Pietrewicz, L. (2019). Blockchain : A Coordination Mechanism. *ENTRENOVA - ENTERprise REsearch InNOVation*, 5(1), 105-111.
- Pilkington, M. (2016). Blockchain technology : Principles and applications. *Research Handbook on Digital Transformations*, 225-253.
- Plane, J.-M. (2000). *Méthodes de recherche-intervention en management*. Harmattan.

- Pons, J. (2017). La mise en œuvre de la blockchain et des smart contracts par les industries culturelles. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, Août 2017(3), 81-90. <https://doi.org/10.3917/rindu1.173.0081>
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2018). *How Smart, Connected Products Are Transforming Competition*. 23.
- Prusty, N. (2018). *Blockchain for enterprise : Build scalable blockchain applications with privacy, interoperability, and permissioned features*.
- Quayson, M., Bai, C., Sun, L., & Sarkis, J. (2023). Building blockchain-driven dynamic capabilities for developing circular supply chain : Rethinking the role of sensing, seizing, and reconfiguring. *Business Strategy and the Environment*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1002/bse.3395>
- Queiroz, M. M., & Fosso Wamba, S. (2019). Blockchain adoption challenges in supply chain : An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. *International Journal of Information Management*, 46, 70-82. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.021>
- Raimbault, N. (2014). Ports de paris : un pilote du développement logistique de la métropole parisienne ? In B. M & F. A (Éds.), *Fleuves et territoires, Mâcon : Institut de recherche du Val de Saône-Mâconnais* (p. 115-127). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01232268>
- Ramos, A. G. (1984). *The new science of organizations : A reconceptualization of the wealth of nations*. Univ. of Toronto Press.
- Reix, R., Fallery, B., Kalika, M., & Rowe, F. (2011). *Systèmes d'information et management des organisations* (6e éd). Vuibert.
- Reix, R., Fallery, B., Kalika, M., & Rowe, F. (2016). *Systèmes d'information et management* (7e éd). Vuibert.
- Rico Polim, Hu, Q., & Kumara, S. (2017). *Blockchain in Megacity Logistics—ProQuest*. Industrial and Systems Engineering Conference, Pennsylvania State University. <https://search.proquest.com/openview/c92caaea0cb7ae6fe7881dac9c8c8a72/1?pq-origsite=gscholar&cbl=51908>
- Rico Polim, Hu, Q., & Kumara, S. (2017). *Blockchain in Megacity Logistics—ProQuest*. Industrial and Systems Engineering Conference, Pennsylvania State University.

<https://search.proquest.com/openview/c92caaea0cb7ae6fe7881dac9c8c8a72/1?pq-origsite=gscholar&cbl=51908>

Rojot, J. (2016). *Théorie des organisations*.

Roveillo, G., Fulconis, F., & Paché, G. (2012). Vers une dilution des frontières de l'organisation : Le prestataire de services logistiques (PSL) comme pilote aux interfaces. *Logistique & Management*, 20(2), 7-20. <https://doi.org/10.1080/12507970.2012.11516998>

Rowe, F. & Fondation nationale pour l'enseignement de la gestion des entreprises (Éds.). (2002). *Faire de la recherche en systèmes d'information*. Vuibert : FNEGE.

Sambamurthy, V., & Zmud, R. W. (1999). Arrangements for Information Technology Governance : A Theory of Multiple Contingencies. *MIS Quarterly*, 23(2), 261-290. <https://doi.org/10.2307/249754>

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* (p. 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.

Saussois, J.-M. (2019). *Théories des organisations* (3e éd). la Découverte.

Schein, E. H. (1969). *Process Consultation : Its Role in Organization Development*. Addison-Wesley Reading, MA.

Schein, E. H. (1999). *Process consultation revisited : Building the helping relationship*. Addison-Wesley Reading, MA.

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>

Scott, B., Loonam, J., & Kumar, V. (2017). Exploring the rise of blockchain technology : Towards distributed collaborative organizations. *Strategic Change*, 26(5), 423-428. <https://doi.org/10.1002/jsc.2142>

- Shafagh, H., Burkhalter, L., Hithnawi, A., & Duquennoy, S. (2017). Towards Blockchain-based Auditable Storage and Sharing of IoT Data. *Proceedings of the 2017 on Cloud Computing Security Workshop - CCSW '17*, 45-50. <https://doi.org/10.1145/3140649.3140656>
- Sheldon, M. D. (2019). A Primer for Information Technology General Control Considerations on a Private and Permissioned Blockchain Audit. *Current Issues in Auditing*, 13(1), A15-A29. <https://doi.org/10.2308/ciia-52356>
- Silverman, D. (2015). *Interpreting Qualitative Data*. SAGE.
- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2002). The Collaborative Supply Chain : A Scheme for Information Sharing and Incentive Alignment. *The international journal of logistics management*, 13(1), 15-30.
- Sklaroff, J. M. (2017). Smart Contracts and the Cost of Inflexibility. *University of Pennsylvania Law Review*, 166, 263.
- Soutjis, B. (2020). The new digital face of the consumerist mediator : The case of the ‘Yuka’ mobile app. *Journal of Cultural Economy*, 13(1), 114-131. <https://doi.org/10.1080/17530350.2019.1603116>
- Spalanzani, A., & Evrard Samuel, K. (2006). L’absorption de l’incertitude dans la chaîne logistique : Passé, présent et futurs. *Logistique & Management*, 14(2), 38-51. <https://doi.org/10.1080/12507970.2006.11516864>
- Spina, G., Caniato, F., Luzzini, D., & Ronchi, S. (2016). Assessing the use of External Grand Theories in Purchasing and Supply Management research. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(1), 18-30. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2015.07.001>
- 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.
- Sulkowski, A. (2018). Blockchain, Business Supply Chains, Sustainability, and Law : The Future of Governance, Legal Frameworks, and Lawyers. *Delaware Journal of Corporate Law*, 43(2), 303-346.

- Swan, M., & De Filippi, P. (2017). Towards a Philosophy of Blockchain. *Metaphilosophy*, 48.
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01676883>
- Taleb, N. N. (2013). « Antifragility » as a mathematical idea. *Nature*, 494(7438), Article 7438.
<https://doi.org/10.1038/494430e>
- Taleb, N. N., Azay, L. d', & Rimoldy, C. (2013). *Antifragile : Les bienfaits du désordre*. les Belles lettres.
- Tapscott, A., & Tapscott, D. (2017). How blockchain is changing finance. *Harvard Business Review*, 1.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). The Impact of the Blockchain Goes Beyond Financial Services. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2016/05/the-impact-of-the-blockchain-goes-beyond-financial-services>
- Tate, W. L., Dooley, K. J., & Ellram, L. M. (2011). Transaction Cost and Institutional Drivers of Supplier Adoption of Environmental Practices. *Journal of Business Logistics*, 32(1), 6-16.
<https://doi.org/10.1111/j.2158-1592.2011.01001>.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- The Economist. (2015, octobre 31). The trust machine. *The Economist*.
<https://www.economist.com/leaders/2015/10/31/the-trust-machine>
- Thiéart, R.-A. (2014). *Méthodes de recherche en management*. Dunod.
<http://international.scholarvox.com/book/88820817>
- Tilly, P. (2016). Conclusions : Le transport fluvial au coeur des préoccupations et des enjeux contemporains. *Revue belge de Philologie et d'Histoire*, 94(4), 1029-1041.
<https://doi.org/10.3406/rbph.2016.8917>
- Toyoda, K., Mathiopoulos, P. T., Sasase, I., & Ohtsuki, T. (2017). A Novel Blockchain-Based Product Ownership Management System (POMS) for Anti-Counterfeits in the Post Supply Chain. *IEEE Access*, 5, 17465-17465-17465. IEEE Xplore Digital Library.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2720760>

- 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, Vol. 23 No. 6, pp. 545-559*.
<https://doi.org/10.1108/SCM-01-2018-0029>
- Treleaven, P., Gendal Brown, R., & Yang, D. (2017). Blockchain Technology in Finance. *Computer, 50(9), 14-17*. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.3571047>
- Viruéga, J.-L. (2005). *Traçabilité : Outils, méthodes et pratiques*. Éditions d'Organisation.
- Wagner, S. M., & Sutter, R. (2012). A qualitative investigation of innovation between third--party logistics providers and customers. *International Journal of Production Economics, 140(2), 944-958*.
- Walsh, I., Kalika, M., & Dominguez-Péry, C. (2018). *Les grands auteurs en systèmes d'information*. Éditions EMS, management & société.
- Wan, Y., Gao, Y., & Hu, Y. (2022). Blockchain application and collaborative innovation in the manufacturing industry : Based on the perspective of social trust. *Technological Forecasting and Social Change, 177, 121540*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121540>
- Wang, Y., Chen, C. H., & Zghari-Sales, A. (2021). Designing a blockchain enabled supply chain. *International Journal of Production Research, 59(5), 1450-1475*.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824086>
- Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding blockchain technology for future supply chains : A systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148>
- Wang, Y., Singgih, M., Wang, J., & Rit, M. (2019). Making sense of blockchain technology : How will it transform supply chains? *International Journal of Production Economics, 211, 221-236*.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.002>
- Wathne, K. H., & Heide, J. B. (2000). Opportunism in Interfirm Relationships : Forms, Outcomes, and Solutions. *Journal of Marketing, 64(4), 36-51*. <https://doi.org/10.1509/jmkg.64.4.36.18070>
- Wendler-Bosco, V., & Nicholson, C. (2020). Port disruption impact on the maritime supply chain : A literature review. *Sustainable and Resilient Infrastructure, 5(6), 378-394*.
<https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1600961>

- Werbach, K. (2018). *The blockchain and the new architecture of trust*. MIT Press.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic management journal*, 5(2), 171-180.
- White, G. R. T. (2017). Future applications of blockchain in business and management : A Delphi study. *Strategic Change*, 26(5), 439-451. <https://doi.org/10.1002/jsc.2144>
- Whyte, W., Greenwood, D., & Lazes, P. (1991). Participatory Action Research : Through Practice to Science in Social Research. In W. Whyte, *Participatory Action Research* (p. 19-55). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412985383.n2>
- Wibowo, S., & Sandikapura, T. (2019). Improving Data Security, Interoperability, and Veracity using Blockchain for One Data Governance, Case Study of Local Tax Big Data. *2019 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, 7, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICISS48059.2019.8969805>
- Wilding, R., & Humphries, A. S. (2006). Understanding collaborative supply chain relationships through the application of the Williamson organisational failure framework. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 36(4), 309-329. <https://doi.org/10.1108/09600030610672064>
- Williamson, O. E. (1975). *Markets and hierarchies, analysis and antitrust implications : A study in the economics of internal organization*. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship.
- Williamson, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism : Firms, markets, relational contracting*. *American Political Science Review*, 80(4), 1424-1425.
- 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. (1991). Strategizing, economizing, and economic organization. *Strategic Management Journal*, 12(S2), 75-94. <https://doi.org/10.1002/smj.4250121007>
- 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.
- Williamson, O. E. (2008). Outsourcing : Transaction Cost Economics and Supply Chain Management. *Journal of Supply Chain Management*, 44(2), 5-16. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2008.00051.x>
- Wu, L., Meng, K., Xu, S., Li, S., Ding, M., & Suo, Y. (2017). Democratic Centralism : A Hybrid Blockchain Architecture and Its Applications in Energy Internet. *2017 IEEE International Conference on Energy Internet (ICEI)*, 176-181. <https://doi.org/10.1109/ICEI.2017.38>
- Xu, L. D., & Viriyasitavat, W. (2014). A Novel Architecture for Requirement-Oriented Participation Decision in Service Workflows. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(2), 1478-1485. <https://doi.org/10.1109/TII.2014.2301378>
- Xu, X., Lu, Q., Liu, Y., Zhu, L., Yao, H., & Vasilakos, A. V. (2019). Designing blockchain-based applications a case study for imported product traceability. *Future Generation Computer Systems*, 92, 399-406. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.10.010>
- Xu, X., Weber, I., Staples, M., Zhu, L., Bosch, J., Bass, L., Pautasso, C., & Rimba, P. (2017). A Taxonomy of Blockchain-Based Systems for Architecture Design. *2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA)*, 243-252. <https://doi.org/10.1109/ICSA.2017.33>
- Xu, Y., Chong, H.-Y., & Chi, M. (2021). A Review of Smart Contracts Applications in Various Industries : A Procurement Perspective. *Advances in Civil Engineering*, 2021, e5530755. <https://doi.org/10.1155/2021/5530755>
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2018). *Blockchain technology overview* (NIST IR 8202). National Institute of Standards and Technology.
- Yen, H. R., & Sheu, C. (2004). Aligning ERP implementation with competitive priorities of manufacturing firms : An exploratory study. *International Journal of Production Economics*, 92(3), 207-220. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.08.014>
- Yiannas, F. (2018). A New Era of Food Transparency Powered by Blockchain. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 12(1-2), 46-56. https://doi.org/10.1162/inov_a_00266
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research : Design and Methods*. SAGE.

- Zembri, P. (2019). Les métropoles fluviales : Concilier aménagement et logistique pour un développement urbain durable, Antoine Beyer et Jean Debie (dir.), Paris : L'œil d'or, Collection Critiques & Cités, 2014. *Flux*, 116-117(2-3), 230-232.
<https://doi.org/10.3917/flux1.116.0230>
- Zhang, Y., Setty, S., Chen, Q., Zhou, L., & Alvisi, L. (2020). Byzantine Ordered Consensus without Byzantine Oligarchy. In *14th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation. USENIX association*. 633-649.
<https://www.usenix.org/conference/osdi20/presentation/zhang-yunhao>
- Zwitter, A., & Hazenberg, J. (2020). Decentralized Network Governance : Blockchain Technology and the Future of Regulation. *Frontiers in Blockchain*, 3.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbloc.2020.00012>

PLAN DÉTAILLÉ

REMERCIEMENTS	1
SOMMAIRE	3
INTRODUCTION	4
1.CONTEXTE DE LA RECHERCHE	6
2.PROBLEMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE.....	10
3.METHODOLOGIE	14
4.STRUCTURE DE LA THESE	16
Chapitre 1 : Réflexions sur les usages de la <i>blockchain</i> pour la logistique et le Supply Chain Management : une approche prospective.	20
1. INTRODUCTION	22
2. LA TECHNOLOGIE BLOCKCHAIN.....	22
2.1 Caractéristiques et principes de fonctionnement	22
2.2 L'évolution de la blockchain et principaux enjeux.....	24
2.3 Les limites actuelles de la blockchain	24
3. METHODOLOGIE : UNE REFLEXION PROSPECTIVE	25
4. REFLEXIONS SUR LES USAGES DE LA TECHNOLOGIE BLOCKCHAIN POUR LA LOGISTIQUE ET LE SCM	29
4.1 Applications possibles de la blockchain aux flux logistiques	29
4.2 Application de la blockchain et amélioration de la coordination intra et inter-entreprises ..	33
5. CONCLUSION ET OUVERTURE.....	34
6. REMERCIEMENTS.....	36
7. REFERENCES	36
8. BIOGRAPHIES.....	41
9. ANNEXE	43
Chapitre 2 : Enjeux et conséquences des <i>blockchain</i> de consortium et "mono acteur" au sein des chaînes logistiques : une approche par la théorie des coûts de transaction	44
INTRODUCTION	46
L'émergence des blockchain au sein des chaînes logistiques : une approche par la théorie des coûts de transaction	49
<i>Blockchain</i> privée de consortium, déterminants des coûts de transaction et chaînes logistiques	50
<i>Blockchain</i> « mono acteur », déterminants des coûts de transaction et chaînes logistiques	53
ETUDE DE CAS D'UN DISTRIBUTEUR ALIMENTAIRE	57
DEMARCHE METHODOLOGIQUE	59
RESULTATS	62

Dimension relationnelle de la blockchain et effets sur les déterminants des coûts de transaction : la création d'un espace de confiance	62
Dimension contextuelle de la <i>blockchain</i> et effets sur les déterminants de la théorie des coûts de transaction : une réduction de l'incertitude	64
Dimensions stratégique et organisationnelle de la <i>blockchain</i> et effets sur les déterminants des coûts de transaction <i>Blockchain</i> « mono acteur », déterminants des coûts de transaction et chaînes logistiques	66
IMPLICATIONS THEORIQUE ET MANAGERIALE.....	68
Implications théoriques	68
Le pilotage selon le projet blockchain envisagé	71
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	76
REFERENCES	78
Chapitre 3 : Blockchain in the organization of river transport, an agency theory approach	86
1.INTRODUCTION	88
2.BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES, SUPPLY CHAINS AND AGENCY THEORY	90
2.1 Diverging interests, blockchain and supply chains	91
2.2 Information asymmetry, blockchain, and supply chains	92
2.3 Empirical aspects: the case of a blockchain consortium in river transport	94
2.4 Case study methodology	94
3.RESULTS	97
3.1 Phase 1: Analysis of agency relationships	97
3.2 Phase 2: Setting-up a blockchain architecture	100
3.3 Phase 3: choosing a blockchain model	103
4.IMPLICATIONS	108
4.1 Theoretical Implications	108
4.2 Managerial Implications	109
5. CONCLUSION	111
6. REFERENCES	111
Chapitre 4 : Blockchain in river transport supply chain organization: a network theory approach	122
INTRODUCTION	125
I- BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES, SUPPLY CHAINS, AND NETWORK THEORIES	127
1.1 Hybrid public blockchain network and supply chains	129
1.2 Consortium blockchain network and supply chains	130
1.3 Private blockchain network and supply chains	131

II-THE RIVER NETWORK MANAGEMENT CASE AND OUR CHOICE FOR ACTION RESEARCH	132
2.1 Case study presentation	132
2.2 Action research and its analytical framework	133
2.3 Study case results	136
III - IMPLICATIONS	149
CONCLUSION	151
REFERENCES	152
CONCLUSION	157
PRINCIPAUX APPORTS DE LA THESE	159
Apports théoriques	159
Apports managériaux	165
LES LIMITES DE LA RECHERCHE	169
Limites méthodologiques	169
Limites des cadres théoriques	170
PERSPECTIVES POUR DE FUTURES RECHERCHES	172
BIBLIOGRAPHIE GENERALE	177
PLAN DETAILLE	210
RESUME	213



Titre : Effets de la *blockchain* sur les relations des acteurs au sein des chaînes logistiques

Mots clés : Supply Chain Management, *blockchain*, coordination, collaboration, confiance, gouvernance

Résumé : Le Supply Chain Management repose sur une recherche de relations plus collaboratives, tournées vers la création de valeur pour l'ensemble des acteurs d'une chaîne logistique. En proposant un modèle de « confiance sans confiance », la *blockchain* apparaît comme une technologie envisageable pour gérer ces relations inter-organisationnelles. Elle semble pouvoir jouer un rôle prépondérant sur les relations entre les acteurs des chaînes logistiques. Après avoir abordé quels pourraient être les apports de la *blockchain* aux différents flux de l'entreprise, en adoptant une posture prospective mobilisant le modèle conceptuel du Supply Chain Management de Mentzer et al. (2001), nous étudions les effets de la *blockchain* en retenant trois cadres d'analyse : la théorie des coûts de transaction, la théorie de l'agence et la théorie des réseaux sociaux.

Ces travaux ont été effectués en adoptant deux types de méthodologie : l'étude qualitative et la recherche intervention. Sur le plan théorique, nos résultats permettent de mettre en évidence les effets de trois types de *blockchain* (« mono acteur », consortium, hybride) sur la coordination, la collaboration, la confiance et la gouvernance. Sur le plan managérial, différents critères sont mis en évidence permettant au manager de choisir le type de *blockchain* le plus adéquat.

Title : Effects of blockchain on the relationships of actors within supply chains

Keywords : Supply Chain Management, blockchain, coordination, collaboration, trust, governance

Abstract : Supply Chain Management is based on a search for more collaborative relationships, geared towards creating value for all the players in a supply chain. By proposing a model of "trust without trust", blockchain appears to be a possible technology for managing these inter-organizational relationships. It seems to be able to play a major role in the relationships between the actors in the supply chain. After having discussed the possible contributions of blockchain to the various flows of the company, by adopting a prospective posture using the conceptual model of Supply Chain Management of Mentzer et al. (2001), we study the effects of blockchain by using three analytical frameworks: the theory of transaction costs, the theory of agency and the theory of social networks.

This work has been carried out by adopting two types of methodology: qualitative study and intervention research. From a theoretical point of view, our results allow us to highlight the effects of three types of blockchain ("single player", consortium, hybrid) on coordination, collaboration, trust and governance. On the managerial level, different criteria are highlighted that allow the manager to choose the most appropriate type of blockchain.