

L'impact potentiel de la Blockchain sur le supply chain management : quelles applications et quelles perspectives ?

The potential impact of blockchain on supply chain management: what applications and what prospects?

CHEKROUNI Anas

Doctorant

Faculté des Sciences Juridiques, Economique et Sociales - Meknès

Université Moulay Ismail - Maroc

Laboratoire d'études et de Recherches Économiques et Sociales

a.chekrouni@edu.umi.ac.ma

BENCHEKARA Mohammed

Enseignant chercheur en Economie et Gestion

Faculté des Sciences Juridiques, Economique et Sociales - Meknès

Université Moulay Ismail - Maroc

Laboratoire d'études et de Recherches Économiques et Sociales

benchekara@hotmail.com

BOUTAKHNIFT Younes

Doctorant

Faculté des Sciences Juridiques, Economique et Sociales - Meknès

Université Moulay Ismail - Maroc

Laboratoire d'études et de Recherches Économiques et Sociales

younesboutakhnift@gmail.com

HOUSNI Said

Doctorant

Faculté d'Économie et de Gestion - Kénitra

Université Ibn Tofail - Maroc

Laboratoire de l'Économie et Management des Organisations

said.housni@uit.ac.ma

Date de soumission : 01/07/2022

Date d'acceptation : 04/08/2022

Pour citer cet article :

CHEKROUNI.A & AL. (2022) « L'impact potentiel de la Blockchain sur le supply chain management : quelles applications et quelles perspectives ? », Revue Française d'Economie et de Gestion « Volume 3 : Numéro 8 » pp : 161 – 185.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons

Attribution License 4.0 International License



Résumé

Actuellement, la blockchain revêt une importance cruciale pour la performance du supply chain management, en raison des avantages qu'elle offre et l'étendue des domaines où son déploiement est possible. Cet article apporte une contribution à la littérature liée au sujet qui reste encore dans un état embryonnaire. Il constitue un début afin de chercher à comprendre comment cette technologie émergente pourrait révolutionner le supply chain management en avançant des exemples concrets donnant une idée sur les niveaux de maturité et les capacités d'application. Malgré ses atouts, l'article soulève des limites qui emboîtent le pas à la blockchain dans le supply chain management. Toutefois, en raison de ses perspectives et de ses applications futuristes, la blockchain promet de transformer radicalement les modèles d'affaires établis du supply chain management.

Mots clés : applications ; bitcoin ; blockchain ; cryptomonnaie ; smart contract ; supply chain management ; transactions.

Abstract

Currently, blockchain is of crucial importance for the performance of supply chain management, due to the advantages it offers and the wide range of areas where its deployment is possible. This article contributes to the literature on the subject, which is still in an embryonic state. It is a start to understanding how this emerging technology could revolutionize supply chain management by providing concrete examples of maturity levels and application capabilities. Despite its strengths, the article raises limitations that follow blockchain in supply chain management. However, due to its futuristic perspectives and applications, the blockchain promises to radically transform established supply chain management business models.

Keywords : applications » ; bitcoin ; blockchain ; cryptomonnaie ; smart contract ; supply chain management ; transactions.

Introduction

Le Bitcoin, l'Ethereum et d'autres cryptomonnaies ont fait la une de l'actualité ces dernières années, mais elles ont été rejointes par un concept largement diffusé, mais mal compris : la blockchain. Cette technologie de registre distribué et sécurisé par cryptographie constitue une révolution au même titre qu'internet en raison de la panoplie de ses applications qui vont des transactions interbancaires au management de la chaîne logistique.

La blockchain est à l'origine une base de données distribuée (décentralisée) conçue pour stocker et transmettre l'information d'une manière sécurisée et transparente. De ce fait, cette technologie est plus adaptée aux transactions qui ont lieu dans un environnement à faible niveau de confiance. Le management de la chaîne logistique se focalise sur la gestion d'un réseau de relations entre différentes unités interdépendantes qui vont du producteur initial au client final. Ces relations permettent la circulation en amont et en aval de flux matériels, financiers et d'information. Corollairement, la blockchain regorge d'un potentiel fort pour promouvoir des changements dans tout type de chaîne logistique en termes de nouveaux modèles d'application. Bien que les applications de la technologie Blockchain aient émergé avec le Bitcoin, les applications actuelles ont le potentiel de perturber différentes industries traditionnelles.

Les technologies récentes, principalement associées au concept d'industrie 4.0, vont provoquer d'importantes perturbations et imposer de repenser le management de la chaîne logistique (SCM) par le développement de nouveaux modèles stratégiques pour les entreprises. L'une des technologies les plus en vogue est celle de la blockchain. Apparue pour la première fois dans le contexte du Bitcoin (Nakamoto, 2008), cette technologie consiste à implémenter une base de données distribuée basée sur un réseau peer-to-peer. Les blocs de chaîne sont reliés par des hachages cryptographiques et tous leurs nœuds en possèdent une copie. En raison de ces caractéristiques, les enregistrements de transactions sont considérés comme pratiquement immuables. Par conséquent, les caractéristiques de la décentralisation et de désintermédiation de la blockchain peuvent entraîner des bouleversements et soutenir l'innovation et la reconfiguration du SCM à l'ère du numérique.

Le présent article tente de s'inscrire dans ce cadre en répondant à la question suivante : ***en quoi l'introduction de la technologie blockchain peut-elle impacter le supply chain management ?***

Afin de jeter la lumière sur ce sujet, notre article cherche à mobiliser la littérature existante pour définir les concepts, élucider les applications de la blockchain pour le SCM, discuter les opportunités et les défis liés à l'adoption de cette technologie ainsi que ses perspectives. Pour

ce faire, notre étude comporte trois sections. La première définit les concepts clés. Le deuxième met en lumière les applications possibles. Tandis que la dernière discute les avantages les opportunités et les défis liés à l'adoption blockchain dans le SCM.

1. Blockchain et supply chain management : Revue de littérature

1.1 C'est quoi la blockchain ?

En 2008, fut présentée pour la première fois l'idée de création d'une monnaie cryptographique appelée Bitcoin. En effet, dans un contexte de crise financière, cette année a fourni un terrain fertile pour opérationnaliser, adopter et expandre les cryptomonnaies (Bustillos, 2013). Dans un contexte marqué par une méfiance envers les systèmes monétaires, et par prolongement envers le système public en général, Bitcoin a été considéré par certains comme une alternative désirable. Le livre blanc de Satoshi Nakamoto de 2008, " Bitcoin : A Peer-to-Peer Electronic Cash System " (Nakamoto, 2008), décrit un nouveau modèle pour protéger de la vie privée, dans lequel le tiers de confiance entre les deux parties d'une transaction est substitué par une preuve cryptographique, fournie et validée par les pairs, s'éloignant des points d'échec qui existent dans le modèle traditionnel (les banques commerciales dans les systèmes à monnaie fiduciaire). D'après Satoshi Nakamoto, ce modèle innovant a résolu le souci de la " double dépense "ou le problème de dépenser les monnaies numériques à plusieurs reprises à cause de la possibilité de reproduction du fichier numérique. Ainsi, le système inédit a permis aux transactions d'être publiques alors que les parties concernées ont été anonymes, ce qui a amélioré la transparence tout en préservant la vie privée. Enfin, à une époque où les grands acteurs du système financier faisaient les manchettes pour falsifier les données comptables et de marché, les propriétés d'immuabilité et d'horodatage de Bitcoin offraient des protections intéressantes contre la fraude.

Alors que Bitcoin a été la première application réelle de Blockchain, la technologie Blockchain est une combinaison de plusieurs techniques sous-jacentes qui existaient depuis au moins quarante ans. L'histoire de Blockchain est restée presque synonyme à celle du Bitcoin, pendant cinq ans depuis la naissance de Bitcoin. Ce n'est qu'à partir de 2013 que la technologie Blockchain s'est fait un nom grâce à son usage dans d'autres crypto-monnaies, comme Ethereum (Investoo Group, 2017), et dernièrement en dehors des technologies financières(fintech).

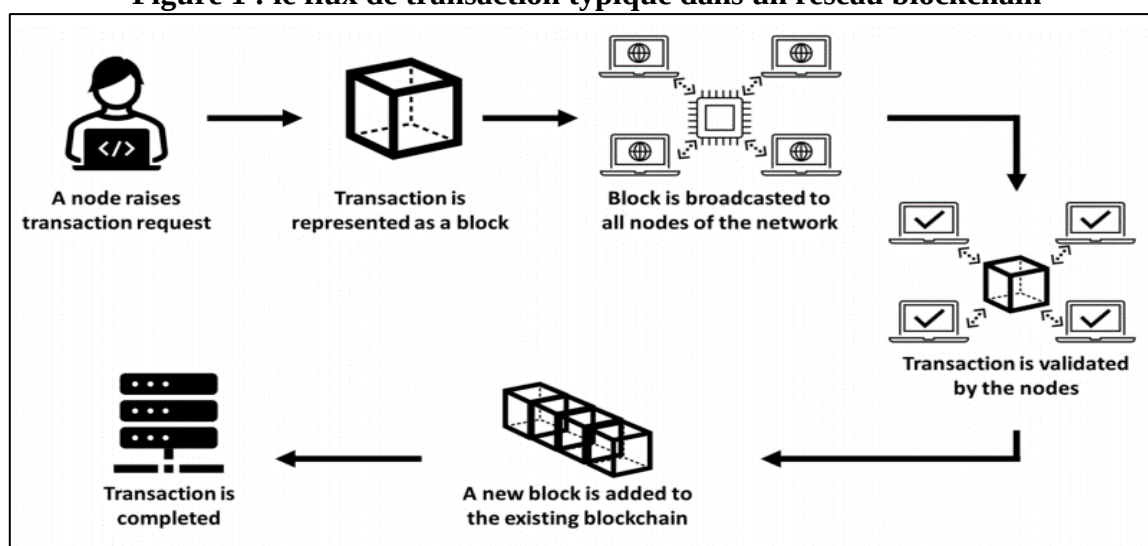
Le Bitcoin a constitué la première implémentation de la blockchain, une technologie dont le potentiel va au-delà des crypto-monnaies. Certains la placent à pied d'égalité avec internet, une

technologie qui devrait révolutionner le monde selon ses partisans. Toutefois, malgré le buzz médiatique, la blockchain reste encore difficile à appréhender pour le grand public.

Les blockchains représentent une autre couche d'application qui s'exécute au-dessus des protocoles internet et permet d'effectuer des transactions économiques entre les parties prenantes concernées sans faire appel à un intermédiaire de confiance (Tapscott & Tapscott, 2017). Techniquement, ils représentent des réseaux distribués de type peer-to-peer. Ce sont des réseaux dont les données sont sécurisées par cryptographie, apposées de manière unique, extrêmement difficiles à modifier (immuables) et ne peuvent être mises à jour que par consensus entre pairs (Bashir, 2017).

Contrairement aux bases de données traditionnelles gérées par des entités centrales, la blockchain s'appuie sur des réseaux peer-to-peer qui échappent au contrôle d'une tierce partie. Les transactions sont authentifiées par un "protocole de consensus" mathématique et par des moyens cryptographiques qui déterminent les règles de mise à jour du grand livre, ce qui permet à des participants sans confiance particulière de collaborer entre eux sans avoir à s'appuyer sur un tiers de confiance unique. Ainsi, la blockchain constitue une garantie de confiance puisque les participants peuvent accéder aux transactions et les vérifier à tout moment. La figure 1 (Raja Santhi & Muthuswamy, 2022) illustre le flux de transaction typique dans un réseau blockchain.

Figure 1 : le flux de transaction typique dans un réseau blockchain



Source :(Raja Santhi & Muthuswamy, 2022)

La Blockchain garantit ainsi une transparence immédiate et générale, et comme les transactions ajoutées à la chaîne sont horodatées et ne peuvent pas être facilement trafiquées, la technologie Blockchain permet de tracer facilement les produits et les transactions. Les contrats intelligents - c'est-à-dire les programmes informatiques qui s'exécutent automatiquement lorsque certaines

conditions sont remplies - peuvent être utilisés pour automatiser les processus et réduire davantage les coûts. En raison de leur nature décentralisée et distribuée et de l'utilisation de techniques cryptographiques, la Blockchain est considérée comme étant très résistante aux cyberattaques par rapport aux bases de données traditionnelles - bien qu'il n'existe pas de résistance parfaite.

La nature unique des blockchains réside dans leur capacité à créer un système d'autocorrection sans que des tiers aient besoin d'appliquer les règles. Au lieu de cela, l'application de la loi est exécutée au moyen d'un algorithme consensuel. Certains prétendent que les chaînes de blocage "programment" ainsi "la confiance" si nécessaire dans les systèmes numériques (Gaehtgens & Allan, 2017).

Il existe différentes façons de catégoriser les Blockchains. Les Blockchains peuvent être soit publiques (aucune entité ne gère la plateforme), soit privées (une seule entité qui contrôle la plateforme), ou bien gérées par un consortium de sociétés, considéré parfois comme un type de blockchain à part (Buterin, 2015). Il existe une autre classification qui liste deux catégories de Blockchain : la Blockchain sans permission (ouverte à tout le monde, le meilleur exemple est la plateforme Bitcoin). L'autre catégorie de la blockchain est celle qu'on appelle Blockchain autorisée (des restrictions peuvent être imposées sur qui peut lire et/ou écrire sur la Blockchain). Les applications possibles de la Blockchain sont nombreuses et couvrent une panoplie de domaines : finance, logistique, assurance, distribution, propriété intellectuelle... offrant des possibilités intéressantes cette technologie pourrait améliorer l'efficacité d'un certain nombre de procédés tout en abaissant les coûts liés. Toutefois, il est crucial d'évaluer prudemment les coûts et les avantages avant tacler chaque problème pour savoir si elle sera en mesure de le résoudre ou non.

1.2 Supply chain management (SCM)

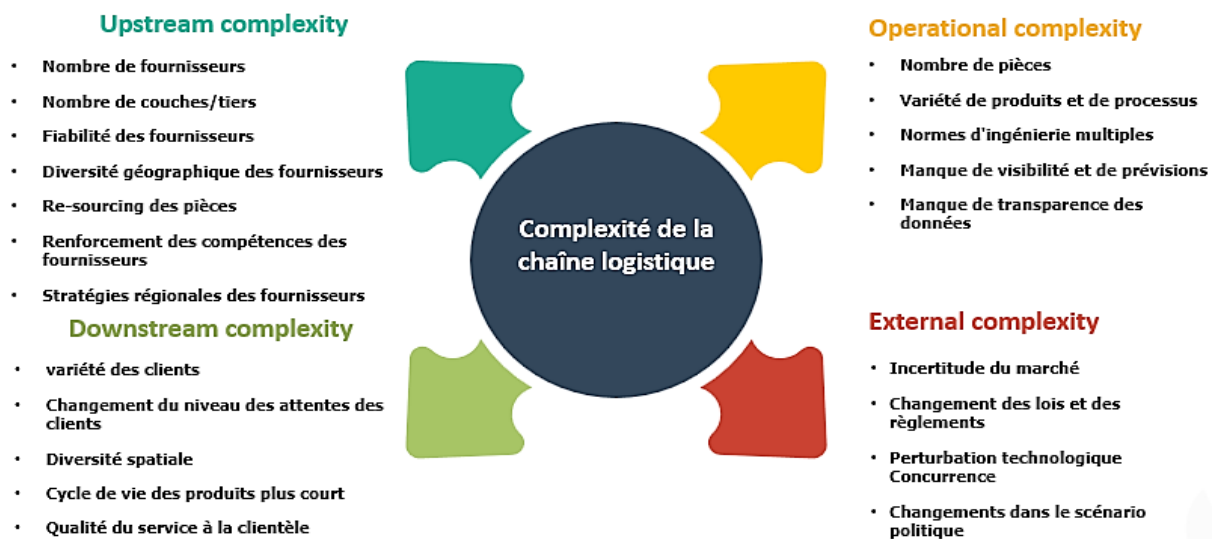
Le "Council of Supply Chain Management Professionals" (CSCMP) a précisé que "le SCM englobe la planification et la gestion de toutes les activités liées à l'approvisionnement et à l'approvisionnement, à la conversion et à toutes les activités de gestion logistique. Il est important de noter qu'il comprend également la coordination et la collaboration avec les partenaires de distribution, qui peuvent être des fournisseurs, des intermédiaires, des tiers fournisseurs de services et des clients. Essentiellement, la gestion de la chaîne d'approvisionnement intègre la gestion de l'offre et de la demande au sein des entreprises et entre elles." (CSCMP, 2018).

Malgré la robustesse de cette définition, il n'y a pas de consensus, principalement entre chercheurs sur une définition unifiée du SCM. Par exemple, Stock et Boyer (2009) ont analysé 173 définitions pour sortir avec une définition globale du SCM selon laquelle *“la gestion d'un réseau de relations au sein d'une firme et entre des organisations interdépendantes et des unités d'affaires composées de fournisseurs de matériaux, d'achats, d'installations de production, de logistique, de marketing et de systèmes connexes qui facilitent l'acheminement et le retour de matériaux, services, finance et informations du producteur original au client final avec les avantages de la valeur ajoutée, maximisant la profitabilité par des efficacités, et la satisfaction client”* (Stock & Boyer, 2009).

Mentzer et al (2001) ont fourni une autre définition bien articulée qui stipule le SCM comme *«la coordination systémique et stratégique des fonctions commerciales traditionnelles et des tactiques entre ces fonctions commerciales au sein d'une entreprise donnée et entre les entreprises de la chaîne d'approvisionnement, dans le but d'améliorer le rendement à long terme des entreprises individuelles et de la chaîne d'approvisionnement dans son ensemble.»* (Mentzer et al., 2001).

Malgré leurs divergences, ces définitions sont complémentaires. Alors que le CSCMP souligne les besoins de collaboration, d'intégration et de coordination pour toute la chaîne d'approvisionnement (Stock & Boyer, 2009) considèrent l'importance des relations de réseau, tandis que (Mentzer et al., 2001) définissent le rôle de ces relations dans l'amélioration des performances à long terme.

En général, le SCM cherche à résoudre les problèmes de complexité qui caractérisent les chaînes d'approvisionnement. Cette complexité illustre les interdépendances du système dans lequel les changements qui sont nécessaires, et qui peuvent être liés par exemple à des changements dans les exigences des clients, des changements dans les normes de l'industrie, la concurrence et des changements dans les processus, les produits, les fournisseurs, les vendeurs ou les distributeurs peuvent affecter d'autres éléments du réseau et, ce faisant, agir comme des moteurs de la complexité (Serdarasan, 2013). Sur la base de ces moteurs, cette complexité peut être classée comme étant en amont, opérationnelle, en aval et en externe (Chand, et al., 2018) comme indiqué dans la figure 2.

Figure 2 : facteurs de complexité de la chaîne logistique

Source : élaboration des auteurs, basée sur les travaux de (Chand et al.,2018)

2. Les Applications de la blockchain dans le SCM : Synthèse des travaux

Dans la pratique, un certain nombre de programmes pilotes dans divers secteurs ont tenté d'exploiter la valeur des blockchains pour les chaînes logistiques. Par exemple, dans le transport maritime, la marine marchande sud-coréenne Hyundai Merchant Marine (HMM) a annoncé le 4 septembre 2017 qu'elle avait effectué avec succès son premier voyage pilote en exploitant la blockchain pour la réservation, la livraison et la surveillance et la gestion des conteneurs en temps réel. Dans le secteur alimentaire, Walmart a déclaré que les essais sur la blockchain ont aidé l'entreprise à réduire le temps nécessaire pour retracer le mouvement d'une cargaison de mangues de sept jours à 2,2 secondes. (McKenzie, 2018). Dans le secteur de l'énergie, un consortium d'entreprises, dont BP et Royal Dutch Shell, prévoyait de développer des plateformes numériques basées sur la blockchain pour le commerce des produits énergétiques à la fin de 2018 (Reuters, 2017). Des blockchains ont été déployées également dans le secteur du diamant pour assurer l'authenticité des diamants (Ambler, 2017) et dans le commerce transfrontalier pour faciliter la complexité des flux de travail (Barnard, 2017).

Malgré les exemples susmentionnés, la recherche sur l'intégration de la blockchain au SCM en est encore à ses débuts. D'après les résultats d'une recherche basée sur la revue de la littérature systémique, seulement 27 articles portant sur l'intégration de la blockchain au SCM ont été recensés sur une période de près de 11 ans. (Maciel, et al, 2019). Cependant, dans le nombre limité des publications examinées, des applications différentes et importantes ont été découvertes. La recherche a identifié divers segments spécifiques tels que le transport, l'industrie de l'énergie électrique, l'amélioration de la sécurité, le SCM traditionnel

(distribution), l'éducation, les transactions à contrat intelligent, la gouvernance, les échanges de droits d'émission, les systèmes de santé et l'information commerciale.

Pour avoir une vue synthétique sur les études antérieures portant sur notre thématique, nous proposons le tableau suivant qui résume une liste non exhaustive des principaux travaux de recherche qui ont abordé les applications de la blockchain dans le domaine du SCM. Pour plus de commodité, le tableau mentionne également les champs et les contextes d'application.

Tableau 1 : synthèse des travaux relatifs aux applications Blockchain

Auteurs	Champs d'application	Contexte d'application
(Almutairi, et al., 2022)	Énergies renouvelables	L'application de la blockchain dans le SCM des énergies renouvelables.
(Di Vaio & Varriale, 2020)	L'industrie aéroportuaire	Les principales implications de la blockchain sur les processus de décision en matière de SCM dans une perspective de performance durable.
(Dorri, et al., 2017)	Sécurité automobile et vie privée	Renforcement de la sécurité de l'écosystème véhiculaire avec une architecture blockchain pour protéger la vie privée des utilisateurs.
(Engelenburg, et al., 2017)	Informations sur les entreprises	Architecture logicielle blockchain pour le partage d'informations entre le gouvernement et les organisations
(Gromovs & Lammi, 2017)	Éducation	Générer de l'innovation avec les blockchains et l'IoT dans le domaine de l'enseignement de la logistique.
(Hou, et al., 2018)	Énergie photovoltaïque	Application de la technologie blockchain pour promouvoir le développement de l'énergie photovoltaïque distribuée en Chine
(Hughes, et al., 2019)	La gestion d'information	La contribution de la blockchain dans l'aide à la décision
(Kamble et al., 2021)	L'industrie automobile	L'impact de l'adoption blockchain sur la performance durable de la chaîne logistique.
(Kang, et al., 2017)	Modèle d'échange d'électricité	Développement d'un modèle d'échange pour l'achat et la vente d'électricité des véhicules électriques hybrides dans les réseaux intelligents
(Khan & Salah, 2018)	Problèmes de sécurité de l'IOT	Les blockchains appliquées pour résoudre les problèmes de sécurité de l'IOT
(Khaqqi, et al., 2018)	Gestion du programme d'échange des droits d'émission	Une application blockchain pour résoudre les problèmes de gestion et de fraude du système d'échange de quotas d'émission
(Kshetri, 2017a)	La sécurité blockchain dans les chaînes logistiques	L'importance des blockchains dans le suivi des sources d'insécurité des chaînes logistiques dans les dispositifs IoT
(Kshetri, 2017b)	La sécurité dans la chaîne logistique	Renforcement de la sécurité des réseaux de la chaîne logistique avec l'intégration des blockchains
(Kshetri, 2018)	SCM	Enquête sur la blockchain du point de vue du SCM, en tenant compte des coûts, de la qualité, de la rapidité, de la fiabilité, de la réduction des risques, de la durabilité et de la flexibilité.
(Lei, et al., 2017)	Systèmes de transport intelligents	Développement d'un cadre de blockchain pour générer une gestion sécurisée des clés dans un réseau hétérogène de systèmes de transport intelligents.

(Li, et al., 2018)	Cadre pour un réseau sécurisé	Proposition d'un cadre avec les blockchains pour soutenir un réseau ouvert, décentralisé et sécurisé.
(Lu & Xu, 2017)	Traçabilité des produits	Une étude de cas rapportant les caractéristiques d'un système de traçabilité des produits par blockchain.
(Mackey & Nayyar, 2017)	Chaîne logistique pharmaceutique	Lutter contre le commerce mondial de faux médicaments avec des applications blockchain.
(Mengelkamp, et al., 2018a)	Marchés de l'énergie des micro-réseaux	Conception de marchés énergétiques de micro-réseaux avec des applications blockchain
(Mengelkamp, et al., 2018b)	Commerce de l'énergie	Les blockchains utilisées dans le réseau intelligent pour fournir aux prosommateurs et aux consommateurs d'énergie une plateforme de marché décentralisée.
(O'Leary, 2017)	Architectures de blockchain pour les transactions	Différentes architectures de blockchain pour le traitement des transactions dans des contextes différents
(Paul et al., 2022)	Industrie du thé	L'importance du modèle SCM circulaire piloté par la blockchain dans l'industrie du thé.
(Pop, et al., 2018)	Réseaux énergétiques intelligents	Utiliser les outils blockchain dans le secteur de l'énergie, en répondant à la demande des prosommateurs d'énergie distribuée, en générant une flexibilité énergétique transparente, sûre, fiable et opportune pour les parties prenantes.
(Queiroz & Fosso Wamba ,2019)	La logistique et le SCM	Le rôle de la blockchain dans le renforcement de la transparence et de la confiance entre les parties prenantes
(Sharma, et al., 2017)	Réseau de véhicules et smart ville intelligente	Dans l'optique de la ville intelligente, les auteurs ont proposé une architecture de réseau de véhicules basée sur les blockchains.
(Shermin, 2017)	Perturbation de la gouvernance	Démonstration de la perturbation de la gouvernance avec les blockchains et les contrats intelligents.
(Sikorski, et al., 2017)	Marché de l'électricité et industrie chimique	Application de la blockchain et du M2M sur le marché de l'électricité dans l'industrie chimique
(Toyoda, et al., 2017)	Anti-contrefaçon	Propose un système de gestion de blockchain dans le contexte de la lutte contre la contrefaçon.
(Wu, et al., 2017)	Distribution de la chaîne logistique	Visibilité de la chaîne logistique soutenue par les blockchains, en utilisant un cadre de suivi des expéditions dans la distribution physique.
(Yin, et al., 2017)	Problèmes de sécurité du CPS	Les blockchains appliquées à la sécurité des communications M2M dans un environnement CPS
(Yue, et al., 2016)	Systèmes de santé	Développement d'applications basées sur les blockchains pour permettre aux patients de contrôler et de partager facilement leurs données, ainsi que pour renforcer la sécurité des systèmes de santé.
(Zhang & Wen ,2017)	Modèle commercial d'électricité IoT	Modèle commercial d'électricité IoT soutenu par des blockchains avec des contrats intelligents

Source : élaboration des auteurs à partir de la littérature

Le cadre d'application potentiel saisit également les évaluations subjectives des experts de la chaîne logistique concernant les domaines dans lesquels la blockchain pourrait pénétrer le SCM (Yingli Wang, et al.,2019). ces experts ont considéré la valeur de la technologie blockchain pour le SCM dans sa visibilité et sa traçabilité étendues, sa capacité à créer des contrats

intelligents. Ainsi que la simplification, la numérisation et l'optimisation des opérations de la chaîne logistique. Les blockchains commencent à pénétrer les chaînes logistiques par le traçage et le suivi des produits/expéditions, ce qui permettrait de tirer parti de la provenance et de la légitimité des produits. Lorsqu'il s'agit de suivre les expéditions, les experts soulignent la difficulté d'appliquer la blockchain à cause de la complexité de la chaîne logistique. Traditionnellement, le problème découle de l'existence d'un grand nombre de partenaires, avec leurs propres systèmes informatiques, leurs propres bases de données, etc., et aussi, le fait d'insérer ces éléments s'avère très difficile. La blockchain est la clé de voûte de ce problème, chaque partenaire devient un nœud du réseau ayant accès aux données, une condition requise pour augmenter l'agilité des expéditions et des livraisons.

Pour dire simple, tout domaine nécessitant un certain niveau de simplification, de numérisation et de rationalisation des processus manuels lents, constitue en réalité un domaine de déploiement potentiel pour les blockchains. Bien que les chaînes logistiques puissent traiter des ensembles de données complexes et volumineux, un bon nombre des processus de chaîne logistique existants, en particulier ceux des niveaux inférieurs, sont lents et reposent encore pour beaucoup sur le papier. Fondamentalement, le remplacement de l'échange de papier par des données ledger est une application efficace de la blockchain. Non seulement elle accélère la circulation de l'information, mais elle contribue aussi à accélérer le flux des marchandises, car les procédures sur papier entraînent souvent des retards. En ce sens, les blockchains sont idéales pour les grands réseaux de parties disparates et constituent une solution viable pour réduire la complexité des chaînes logistiques mondiales.

Les attributs de transparence, de visibilité et de sécurité des blockchains renforcent la confiance dans les blockchains et peuvent éliminer ou au moins révéler tout comportement contraire à l'éthique caché de certains acteurs des chaînes logistiques dans lesquelles la corruption et la manipulation des prix des produits se produit souvent.

3. blockchain et SCM : avantages et opportunités

3.1 Transparence, authenticité, confiance et sécurité

Les transactions en blockchain offrent de la transparence aux entreprises participantes. Par exemple, un bloc pourrait être créé pour chaque transaction, de la fabrication d'un produit à sa distribution et à sa vente. Ce niveau de transparence et de visibilité est essentiel pour améliorer la traçabilité des produits et assurer leur authenticité et leur légitimité. Pour le suivi en temps réel, les blockchains pourraient être intégrées aux étiquettes du Système mondial de localisation (GPS) et d'identification par radiofréquence (RFID) (Abeyratne & Monfared, 2016). Comme

toutes les données enregistrées au sein d'une blockchain sont distribuées entre tous les membres du réseau, les enregistrements des transactions et des activités sont accessibles à tous les membres, contrairement à la méthode traditionnelle qui consiste à utiliser une tierce partie. Chaque participant peut vérifier la progression et l'emplacement des produits et peut partager les mêmes informations dans le système (Kim & Laskowski, 2018).

Cette meilleure visibilité fournit une trace vérifiable de l'empreinte d'un produit, ce qui est particulièrement intéressant pour les industries où la provenance d'un produit est cruciale. Cet atout pourrait avoir un impact positif sur la confiance des utilisateurs dans les vendeurs (Loop, 2017). La transparence obtenue dans les blockchains est également essentielle pour instaurer la confiance dans la chaîne logistique et peut révolutionner la façon de comprendre et de rechercher la confiance (Field, 2017). Auparavant, l'établissement de la confiance nécessaire entre les différents intervenants de la chaîne logistique (tels que les vendeurs et les acheteurs), les intermédiaires et les mécanismes tels que les banques et la documentation estampillée servaient d'intermédiaire critique pour les transactions entre organisations. La confiance entre ces acteurs avait tendance à être à cause du manque de clarté et de visibilité, en particulier dans les chaînes logistiques à plusieurs niveaux (Kembro, et al., 2017). Des engagements relationnels et financiers à long terme étaient souvent nécessaires pour instaurer la confiance au sein des chaînes logistiques (Schoenherr, et al., 2015). Avec les blockchains, cependant, la confiance est intégrée et programmée dans la plate-forme technologique. Certains prétendent que les activités de la chaîne logistique peuvent être exécutées dans cet environnement " sans confiance " sans qu'il soit nécessaire de mettre en place des processus fastidieux de renforcement de la confiance entre organisations (Abeyratne & Monfared, 2016 ; Kharif, 2016).

Les blockchains peuvent également jouer un rôle important dans la récupération des marchandises volées et dans la prévention des transactions frauduleuses (Loop, 2017 ; Apte & Petrovsky, 2016). L'amélioration de la sécurité est un autre facteur de motivation qui explique pourquoi les blockchains peuvent être adoptées dans les chaînes logistiques, car elles protègent contre la falsification, la fraude et le cybercrime (Burnson, 2017). Pour assurer la sécurité, il faut établir à la fois la fiabilité et l'authenticité. Ces qualités prennent la forme de l'intégrité des données, l'un des attributs clés des hyperledgers à blockchain (Yli-Huumo, et al., 2016). L'information stockée dans une blockchain est immuable une fois que l'information rejoint la chaîne linéaire. Cette immuabilité est due aux caractéristiques de consensus distribuées de la technologie, où une seule version des données est vérifiée et stockée parmi tous les membres du réseau (Kim & Laskowski, 2018). (Gupta ,2017) souligne que les blockchains " autorisées "

sont particulièrement utiles aux entreprises, car elles offrent une meilleure protection de la confidentialité (parce que l'accès aux transactions peut être déterminé par les rôles et responsabilités des utilisateurs), une vérifiabilité (puisque un hyperledger partagé qui sert de source unique améliore la capacité de surveiller et de vérifier les transactions) et une efficacité opérationnelle accrue (car les transactions peuvent être effectuées à une vitesse plus conforme au rythme des affaires).

3.2 Efficacité et réduction des coûts et des déchets

La Blockchain peut contribuer à la performance de la gestion des chaînes logistiques en termes de coûts, de réduction des risques, de fiabilité, de qualité, de rapidité, de durabilité et de flexibilité.

L'adoption des blockchains pourrait améliorer l'efficacité des chaînes d'approvisionnement, car la technologie permet de transférer plus rapidement les données entre les parties. (Bedell, 2016). Elles pourraient ainsi réduire le temps que les produits passent dans le processus de transit, améliorer la gestion des stocks (Barnard, 2017 ; Loop, 2017) et finalement réduire les déchets et les coûts (Kharif, 2016).

Plusieurs mécanismes sont disponibles pour assurer la réduction des coûts. Dans la chaîne logistique, les processus manuels sur papier et les personnes transportant des documents tels que les frais de messagerie aérienne sont éliminés. Le cas de Maersk indique que tous les documents relatifs aux conteneurs d'expédition peuvent être entièrement numérisés et que les conteneurs peuvent être suivis. Le cas d'Everledger suggère que la blockchain peut faciliter l'automatisation des processus de certification de la chaîne logistique. L'exemple de Modum montre clairement que la blockchain permet d'allouer juste ce qu'il faut de ressources pour l'expédition et d'autres activités. (Nir Kshetri, 2018).

Les coûts marginaux associés à la blockchain sont donc nuls ou faibles, de telle façon que l'IoT (l'internet des objets) a déjà été utilisée pour détecter, mesurer et suivre des processus clés du management de la chaîne logistique. Par exemple, Walmart a accéléré l'adoption de l'IoT. En octobre 2016, elle a déposé une demande de brevet décrivant l'ajout d'étiquettes IoT aux produits basés sur les technologies Bluetooth, RFID, infrarouge, NFC et autres. Les étiquettes surveilleront les habitudes d'utilisation des produits et rempliront automatiquement les commandes de réapprovisionnement. Les balises IoT peuvent assurer également le suivi des dates de péremption et des rappels de produits (Alleven, 2017).

La Blockchain fournit divers mécanismes pour évaluer et assurer la qualité. Il existe d'importantes fraudes liées aux produits contrefaits tels que les médicaments, les vins fins et les

produits de luxe. Selon une estimation, la valeur des vins fins frauduleux serait un milliard de dollars par an environ (Rothschild, 2016). Selon Everledger, un cinquième des ventes internationales de "vins fins" sont des bouteilles contrefaites (Mathieson, 2017). La gestion des risques de contrefaçon est donc importante dans un certain nombre d'industries. Les industries qui sont confrontées aux risques de contrefaçon sont plus susceptibles d'adopter la blockchain dans la chaîne logistique.

Les contrats intelligents sont l'un des mécanismes clés pour améliorer l'efficacité de la chaîne logistique. Ils sont entièrement numériques et sont rédigés à l'aide de langages de programmation. Les règles et les conséquences d'un contrat intelligent sont définies de la même manière qu'un document juridique traditionnel, en précisant les obligations, avantages et pénalités (Gupta, 2017). Les contrats peuvent être exécutés automatiquement par un système de blockchain, ce qui conduit à des niveaux élevés d'automatisation et à une rationalisation des processus de la chaîne logistique (Barnard, 2017). Ils sont particulièrement utiles pour les ententes d'impartition multi fournisseurs plus complexes, dans lesquelles plusieurs fournisseurs sont conjointement responsables d'un résultat particulier (Overby, 2016). La technologie Blockchain permet la mise en cascade des bons de commande, des factures, des bons de modification, des reçus, des avis d'expédition, d'autres documents commerciaux et des données d'inventaire à travers une chaîne logistique, allant ainsi au-delà du simple rapprochement pour déclencher des paiements basés sur des seuils, des programmes de reconstitution des stocks, etc. L'amélioration de la visibilité des données permet aux acteurs de la chaîne logistique de comprendre en profondeur les attentes des consommateurs et de montrer la demande pour des produits particuliers. Ces capacités peuvent aider les organisations à planifier des prévisions de demande plus précises et à prendre de meilleures décisions (Loop, 2017).

Les contrats intelligents pourraient donc être l'application de la blockchain la plus transformatrice pour les chaînes logistiques. Ils deviennent une fonctionnalité recherchée en raison de leur flexibilité et de leur capacité d'inclure la logique d'affaires sous certaines conditions, éliminant ainsi les coûts et le temps de la chaîne logistique grâce à l'automatisation et l'auto-exécution. Bien que la valeur ajoutée qu'offrent les contrats intelligents puisse être importante, ils peuvent aussi être perturbateurs, car ils ont des implications technologiques, juridiques et sociétales importantes. Les contrats intelligents pourraient modifier la structure fondamentale des chaînes logistiques et des pratiques de gouvernance existantes.

La numérisation des transferts de documents et l'accélération des flux de données, en particulier dans le cadre des activités transfrontalières, permettent d'accroître l'efficacité (Barnard, 2017).

Par exemple, dans le transport maritime, Maersk a découvert en 2014 qu'un simple envoi de marchandises réfrigérées voyageant d'Afrique de l'Est vers l'Europe pourrait passer par près de 30 personnes et organisations, ainsi que par plus de 200 interactions et communications différentes entre elles - un long processus qui est vulnérable aux erreurs, aux retards et à la duplication des informations soumises et enregistrées (IBM, 2017). Pour tenter de résoudre ce problème, Maersk et IBM ont mis au point ensemble une solution fondée sur une blockchain transfrontalière qui a pour objectif de faciliter l'écoulement de travail et de visibilité instantanément l'état de chaque expédition ; le système devrait faciliter le partage hautement sécurisé des informations entre partenaires commerciaux (Barnard, 2017).

Pour les expéditeurs, la solution envisagée peut permettre de réduire les coûts de documentation et de traitement des échanges et d'éliminer les retards liés à des erreurs dans le déplacement physique des documents. Le système assurera également la visibilité des conteneurs d'expédition à mesure qu'ils avancent dans la chaîne logistique. Pour les autorités douanières, la solution vise à fournir une visibilité en temps réel, améliorant ainsi considérablement les informations disponibles pour l'analyse des risques et le ciblage, ce qui pourrait conduire à terme à une amélioration de la sûreté et de la sécurité ainsi qu'à une plus grande efficacité des procédures d'inspection aux frontières. Un autre avantage est l'accélération des chaînes de suivi qui réduit souvent le temps de suivi de l'origine à l'achèvement de quelques jours à quelques minutes (Bedell, 2016 ; Kharif, 2016).

Non seulement l'efficacité peut être obtenue en éliminant les tâches inutiles de la chaîne logistique, mais elle peut également l'être par des mesures préventives. Par exemple (Kharif, 2016) soutient que les initiatives de la blockchain pourraient être utilisées pour surveiller la salubrité des aliments et aider à réduire la détérioration et les déchets, et donc les coûts opérationnels. Parmi les autres avantages, on peut citer une meilleure gestion des stocks sans double vérification et des impacts environnementaux positifs grâce à l'utilisation de transactions sans papier (Field, 2017).

L'un des principaux avantages de la blockchain est probablement la vérification de la durabilité. D'ailleurs, les clients sont de plus en plus préoccupés par les sources de leurs aliments et boissons (Scott, 2017). En utilisant la blockchain, il est possible de rendre les indicateurs liés à la durabilité plus quantifiables et plus significatifs. De cette façon, la blockchain a le potentiel de mettre fin aux pratiques contraires à l'éthique et illégales. Elle peut également aider à s'assurer que les aliments que les consommateurs consomment sont corrects et authentiques (Kestenbaum, 2017).

Afin de dresser un tableau de l'utilisation de la technologie des blockchains dans le SCM d'ici 2035, une étude a cherché les projections ayant la plus forte probabilité d'occurrence, c'est-à-dire celles susceptibles de se produire dans l'horizon étudié (avant 2035) (Kopyto, et Al, 2020). Les experts supposent que les problèmes technologiques qui sont actuellement discutés dans la littérature, telle que les questions de scalabilité (Foth, 2017 ; Tian, 2017), des temps de transaction élevés (Christidis & Devetsikiotis, 2016), et une consommation d'énergie élevée (Sikorski, et al., 2017), seront pour la plupart des problèmes résolus d'ici 2035. L'anticipation des experts est basée sur le développement continu de nouveaux modèles de blockchains visant à résoudre les problèmes technologiques majeurs. Grâce à des algorithmes améliorés, les temps de transaction devraient être réduits, permettant une scalabilité accrue et donc une consommation d'énergie réduite. Les experts en la matière affirment que le fait de surmonter les obstacles technologiques actuels permettra l'utilisation généralisée de la technologie des blockchains dans le SCM.

Un autre levier pour accroître l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement est l'amélioration de la gestion des risques de la chaîne logistique. Celle-ci a récemment gagné en pertinence, car la mondialisation non seulement déclenche la concurrence mondiale, mais accroît également la vulnérabilité des chaînes logistiques en raison de leur complexité croissante (Ferdows, et al., 2016 ; Vilko, et al., 2014). Selon les participants à l'étude, il existe une probabilité de 70 % que l'utilisation de la technologie blockchain améliore fondamentalement la gestion des risques de la chaîne logistique d'ici 2035.

Enfin, l'utilisation de la blockchain permet d'atteindre un degré de flexibilité plus élevé dans la chaîne logistique. La flexibilité peut se définir par la capacité de la chaîne logistique à s'adapter à un environnement concurrentiel fluctuant afin de fournir des produits et des services en temps voulu et de manière rentable (Swafford, Ghosh, & Murthy, 2000). Dans la littérature antérieure, les chercheurs ont utilisé la portée et l'adaptabilité pour mesurer la flexibilité. La capacité d'adaptation peut être définie comme la capacité de passer d'un état à un autre rapidement et de façon rentable (D'Souza & Williams, 2000 ; Slack, 1983). Dans la chaîne logistique internationale, les processus tels que les lettres de crédit et les connaissements ont des flux d'informations très complexes et intrusifs. Cela signifie que même si seulement quelques participants utilisent une solution en blockchain, cela aura un effet puissant. La puissance de cette solution augmente avec l'effet réseau (Finextra, 2017).

4. Défis, limites et perspectives

Malgré les potentiels mentionnés ci-dessus, la blockchain présente un certain nombre de défis qui doivent être relevés.

La chaîne logistique mondiale fonctionne dans un environnement complexe qui exige que diverses parties se conforment à diverses lois, réglementations et institutions. Il s'agit notamment des lois et règlements maritimes, des codes commerciaux, des lois relatives à la propriété et à la possession de multiples juridictions sur les routes maritimes. Étant donné que les entreprises internationales opèrent dans le contexte de ces anciennes lois, douanes et institutions établies qui sont gérées par des êtres humains, l'implémentation de solutions basées sur la blockchain reste une tâche extrêmement complexe (Casey & Wong, 2017).

Mettre en œuvre la blockchain consiste à rassembler toutes les parties concernées, ce qui peut s'avérer une entreprise difficile dans de nombreux cas. Leanne Kemp, fondatrice et chef de la direction d'Everledger, a souligné qu'il a fallu environ 18 mois pour négocier les relations nécessaires pour rendre le service Everledger possible (Clancy, 2017).

En ce qui concerne le potentiel de la blockchain pour contrer les activités frauduleuses et manipulatrices (Levine, 2017) fait remarquer que la technologie peut fournir " *un moyen robuste de s'assurer que les signatures sont en règle, que les renseignements sur les propriétaires sont à jour et que les inspections ont été effectuées* ". En ce qui concerne ses limites, il note : " *Mais si vous percez ensuite un trou dans le contenant, enlevez tous les ours en peluche et remplacez-les par de la cocaïne, la blockchain ne l'attrape pas. La blockchain consiste à apprivoiser tous les attributs virtuels du conteneur, toute la paperasse qui l'accompagne. Mais la frontière entre le monde physique et le monde virtuel sera toujours un peu plus anarchique* ".

Certains technologues qui aiment le bitcoin pensent que les nouvelles blockchains conçues par l'entreprise manquent d'un des principaux facteurs derrière le succès du bitcoin : la structure décentralisée. Par exemple, n'importe qui dans le monde peut se joindre à bitcoin et étudier les ledgers. D'autre part, seul un nombre limité de participants peut avoir accès à un système de blockchain comme celui d'IBM. Cette caractéristique peut rendre un tel système plus vulnérable aux attaques. Par exemple, un hacker peut cibler quelques participants. Malgré le degré plus élevé de décentralisation de la technologie d'IBM basée sur la blockchain pour le suivi des expéditions par rapport aux méthodes précédentes, on peut soutenir qu'elle " *concentre le pouvoir dans une poignée d'entités* ". (Popper & Lohr, 2017).

En raison du degré élevé d'informatisation requis, tous les pays ne sont pas prêts à participer à des solutions basées sur une blockchain. De nombreux partenaires de la chaîne logistique situés dans les pays les moins avancés sont souvent loin d'être prêts à adopter une blockchain. Sans leur participation, il est difficile de réaliser le plein potentiel de la blockchain dans la chaîne logistique. (Nir Kshetri, 2018).

Il est à noter également que le niveau de consommation d'énergie constitue l'une des controverses les plus vives autour de la Blockchain. Effectivement, dans le cadre des discussions et des débats au niveau international autour de la thématique de la protection de l'environnement, des chercheurs comme (Ganne, 2018) et (O'Dwyer & Malone, 2014), soulignent que le recours à l'utilisation de la technologie du leader entrave la réalisation de l'objectif de la réduction des émissions de carbone. Ces auteurs avancent que le processus de validation des blocs peut connaître une certaine intensité en calculs en exigeant un niveau d'énergie élevé, ce qui peut avoir une influence directe sur le potentiel d'évolutivité de la blockchain correspondante. À titre d'illustration, selon (O'Dwyer & Malone, 2014), la blockchain Bitcoin a enregistré une consommation d'énergie autour de (3 GW) en 2014. Une consommation qui avoisine celle de l'Irlande.

Pour remédier à ce problème, le Proof-of-Stake est avancé en tant que technique alternative au *Proof-of-Work* utilisée dans le monde de la Bitcoin et dans d'autres crypto-monnaies. En effet, il s'agit de deux méthodes qui permettent d'arriver à un consensus distribué, ce qui nous permet d'avancer que ces méthodes permettent d'assurer la sécurisation d'une blockchain par la fourniture et l'offre des incitations économiques optimales afin de pousser à une validation honnête des transactions (Coinhouse, 2021).

Par leur nature consensuelle distribuée, les blockchains menacent également le rôle des intermédiaires dans les chaînes logistiques, ce qui signifie que certains intermédiaires traditionnels pourraient être progressivement retirés du marché, laissant ainsi la place à de nouveaux intermédiaires qui fournissent des services liés aux blockchains, tels que l'analyse de données ou leur intégration. La blockchain peut supprimer les agents de dédouanement, parce que leurs opérations sont exactement comme la blockchain. Le système s'en porterait mieux. Très bureaucratique et intensif en main-d'œuvre, le dédouanement pourrait être facilement automatisé grâce aux technologies (Yingli Wang, et al, 2019).

L'expertise et les connaissances des intermédiaires locaux, tels que les entreprises de logistique tierces, seraient encore nécessaires pour gérer des opérations localisées. Néanmoins, la désintermédiation pourrait avoir lieu dans certains domaines, entraînant des pertes d'emplois à

court terme, mais de nouveaux intermédiaires offrant des services numériques liés à la blockchain pourraient apparaître à plus long terme, créant ainsi de nouvelles possibilités d'emploi. Cette situation signifierait que la requalification des emplois serait cruciale pour les chaînes logistiques afin de réussir la transition vers un écosystème de chaîne logistique plus numérisé. (Maciel, et al., 2019).

En perspective, et sous l'optique de la compréhension, la blockchain représente une technologie de pointe qui promet de transformer les modèles d'affaires établis. Dans ce contexte, compte tenu de la contribution au monde réel, la technologie de la blockchain, grâce à l'amélioration de la traçabilité, remodèle la sécurisation des produits. Par conséquent, la provenance des produits influera positivement la qualité de vie et réduira également les coûts. La durabilité environnementale et sociale, et même le changement social, sont des domaines déjà affectés par les applications de la blockchain.

Sous l'optique du changement social, les blockchains remodèlent déjà les relations entre clients et organisations, ainsi que les relations inter-entreprises sans intermédiaire pour valider la transaction (par exemple, les bitcoins et les contrats intelligents).

L'intégration future de blockchain-SCM transformera les relations non seulement dans les contextes business-to-business, mais aussi dans les contextes customer-to-customer. L'intégration Blockchain-SCM est donc une technologie de pointe qui en est encore à ses débuts. Cependant, les effets perturbateurs sur la chaîne logistique sont déjà perceptibles. Par conséquent, nos modèles d'affaires actuels pourraient bientôt être désuets.

Enfin, associée à l'émergence de l'Industrie 4.0 dans les prochaines années, la blockchain continuera d'avoir un impact significatif sur des domaines traditionnels comme la fabrication (par exemple, les blockchains et leur intégration avec l'IoT, le CPS, l'impression 3D, l'interaction machine à machine, etc.). L'utilisation intégrative avec d'autres technologies telles que l'intelligence artificielle, l'IoT et la robotique constituera sans doute un moyen potentiel de progresser dans le déploiement et l'évolution de la blockchain.

Conclusion

Notre article cherche à passer en revue la littérature afin d'explorer l'impact potentiel de la blockchain sur le SCM : les avantages perçus, les domaines où le déploiement est possible, les défis perçus pour la diffusion ultérieure de la technologie et les perspectives en relation. Il vise l'intégration blockchain-SCM, en apportant une contribution significative à la littérature, aux praticiens et aux décideurs intéressés à acquérir une compréhension approfondie de cette technologie de pointe.

Malgré ses applications importantes et leur potentiel à promouvoir des changements dans tous les types de chaînes logistiques en termes de nouveaux modèles opérationnels, la littérature sur la technologie de la blockchain dans le domaine des SCM est à ses débuts. Cet article apporte des perspectives pertinentes aux chercheurs et aux praticiens intéressés à faire progresser l'intégration de la blockchain dans le SCM.

Tout d'abord, il existe une possibilité de recherche pour comprendre, par des études empiriques, le niveau de maturité et les capacités. Deuxièmement, c'est l'occasion pour les décideurs d'acquérir une compréhension approfondie de l'intégration de la blockchain dans le SCM et de lancer des projets dans leurs organisations. De plus, notre article a montré que les principaux résultats théoriques de l'étude des approches utilisées dans les documents étaient conceptuels. Ce qui veut dire qu'il existe des possibilités pour les chercheurs d'utiliser d'autres outils de recherche (économétriques et statistiques) et la nécessité de développer des études empiriques. Étant donné l'état embryonnaire du sujet, les chercheurs ont de nombreuses possibilités d'études futures liées à la blockchain. Différentes optiques théoriques et approches multi-méthodologiques devraient être déployées pour comprendre le phénomène, et les bouleversements qui peuvent contribuer davantage à notre compréhension. Parce que les avantages actuellement acclamés des blockchains sont pour la plupart à caractère spéculatif (l'absence de données empiriques), une étude de cas longitudinale qui pourrait suivre la préadoption, l'implémentation et la banalisation de la technologie dans les chaînes logistiques aiderait à démystifier et à justifier la valeur des blockchains dans la pratique réelle.

Les innovations technologiques soit antérieures ou récentes (de la vapeur à l'électricité, et plus récemment à internet) ont eu de profondes répercussions sur l'organisation de la production et de la communication. La blockchain a le potentiel d'avoir un impact sur les transactions. Elle pourrait être aux transactions ce que l'internet était à la communication. Parfois appelée "internet de la valeur", la blockchain pourrait être "l'internet des transactions". Sa capacité à briser les différents silos qui existent actuellement entre les nombreuses parties impliquées dans les transactions commerciales transfrontalières pourrait amener la mondialisation de la chaîne logistique à un autre niveau.

BIBLIOGRAPHIE

- Abeyratne, S.A., & Monfared, R.P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using the distributed ledger. *Int. J. Renew. Energy Technol.* 5 (9), 1–10.
- Almutairi, K. et al., (2022). Blockchain Technology application challenges in renewable energy supply chain management. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.

- Ambler, P. (2017), Diamonds are the latest industry to benefit from blockchain technology.
- Apte, S., & Petrovsky, N. (2016). Will blockchain technology revolutionize excipient supply chain management? J. Excipients Food Chem. 7 (3), 910.
- Barnard, B. (2017), Maersk, IBM Digitalize Global Container Supply Chain. JOC. com.
- Bashir, I. (2017), Mastering Blockchain, Packt Publishing, Birmingham.
- Bedell, D. (2016), Landmark trade deal uses blockchain technology. Global Finance, 107.
- Burnson, P. (2017). Blockchain coming of age. Supply Chain Manag. Rev. 21 (3), 10–11.
- Bustillos, M. (2013). The Bitcoin Boom, The New Yorker.
- Buterin, V. (2015), On Public and Private Blockchains, Ethereum blog.
- Casey, M. J., & Wong, P. (2017). Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain. Harvard business review.
- Chand, P., Thakkar, J. J., & Ghosh, K. K. (2018). Analysis of supply chain complexity drivers for Indian mining equipment manufacturing companies combining SAP-LAP and AHP. Resources Policy, 59, 389-410.
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things, IEEE Access, Vol. 4, 2292-2303.
- Clancy, H. (2017). The blockchain's emerging role in sustainability, GreenBiz.
- Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). (2018), CSCMP's definition of supply chain management.
- Délégation générale à la langue française. (2013), la Commission générale de terminologie et de néologie. Radio-identification. Rapport annuel.
- Di Vaio, A., & Varriale, L. (2020). Blockchain technology in supply chain management for sustainable performance: Evidence from the airport industry. International Journal of Information Management, 52, 102014.
- D'Souza, D. E., & Williams, F. P. (2000). Toward a taxonomy of manufacturing flexibility dimensions, Journal of Operations Management, 18, 577–593.
- Dorri, A., Steger, M., Kanhere, S. S., & Jurdak, R. (2017). Blockchain: A distributed solution to automotive security and privacy. IEEE Communications Magazine, 55(12), 119-125. GANNE, E. (2018), Can Blockchain revolutionize international trade? Geneva: World Trade Organization.
- Field, A.M. (2017), Blockchain Technology Touted for Supply Chain Efficiency. JOC.com.

- Finestra. (2017), Banking on blockchain: Charting the progress of distributed ledger technology in financial services, 2016. A finextra white paper. Produced in Association with IBM.
- Gaehtgens, F., & Allan, A., (2017). Digital Trust –Redefining Trust for the Digital Era. A Gartner Trend Insight Report.
- Gupta, M. (2017). Blockchain for Dummies. John Wiley & Sons IBM limited edition.
- Hasson, F., Keeney, S., 2011. Enhancing rigour in the Delphi technique research. Technol. Forecast. Soc. Change 78 (9), 1695–1704.
- Hou, J., Wang, H., & Liu, P. (2018). Applying the blockchain technology to promote the development of distributed photovoltaic in China, International Journal of Energy Research, 42. (6),2050-2069.
- Hughes A, Park A, Kietzmann J, Archer-Brown C (2019) Beyond bitcoin: what blockchain and distributed ledger technologies mean for firms. Busi Horiz 62(3),273–281.
- IBM. (2017). Maersk., & IBM Unveil First Industry-wide Cross-Border Supply Chain Solution on Blockchain.
- Investoo Group. (2017). History of Ethereum: How it's set to overtake Bitcoin by 2018.miningdotcom.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Subramanian, N., Ghadge, A., Belhadi, A., & Venkatesh, M. (2021). Blockchain technology's impact on supply chain integration and sustainable supply chain performance: Evidence from the automotive industry. Annals of Operations Research, 1-26.
- Kang, J., et al., (2017). Enabling localized peer-to-peer electricity trading among plug-in hybrid electric vehicles using consortium blockchains, IEEE Transactions on Industrial Informatics, 13 (6), 3154-3164.
- Kembro, J., Näslund., & D, Olhager, J. (2017). Information sharing across multiple supply chain tiers: a Delphi study on antecedents. Int. J. Prod. Econ. Pp. 193, 77–86.
- Kestenbaum, R. (2017), Why Bitcoin is important for your business. Forbes.
- Khan, M.A., & Salah, K. (2018). IoT security: review, blockchain solutions, and open challenges, Future Generation Computer Systems, Vol. 82, 395-411.
- Khan, S. A. et al., (2022). Blockchain technologies as enablers of supply chain mapping for sustainable supply chains. Business Strategy and the Environment.
- Kharif, O. (2016). Wal-Mart Tackles Food Safety with Trial of Blockchain.Bloomberg.

- Kim, H. M., & Laskowski, M. (2018). Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 25(1), 18-27
- Kopyto. et al., (2020). Potentials of blockchain technology in supply chain management: Long-term judgments of an international expert panel, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol.161, 120-133.
- Kshetri, N. (2017a). Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy, *Telecommunications Policy*, 41 (10), 1027-1038.
- Kshetri, N. (2017b). Can blockchain strengthen the internet of things, *IT Professional*, 19 (4), 68-72.
- Levine, M. (2017), Cargo blockchains and Deutsche bank. *Bloomberg.com*
- Loop, P. (2017). Blockchain: The Next Evolution of Supply Chains. *Industry Week*.
- Maciel M. Q. et al., (2019). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature, *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Mackey, T.K., & Nayyar, G. (2017). A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines, *Expert Opinion on Drug Safety*, 16 (5), 587-602.
- Mathieson, M. A. (2017). Blockchain starts to prove its value outside of finance. *Computer weekly*.
- McKenzie, J. (2018), Why Blockchain Won't Fix Food Safety – yet. Retrieved March, 25, 2019.
- Mengelkamp, E., Gärtner, J., Rock, K., Kessler, S., Orsini, L. and Weinhardt, C. (2018a), "Designing microgrid energy markets: a case study: the brooklyn microgrid", *Applied Energy*, Vol. 210, 870-880.
- Mengelkamp, E., Notheisen, B., Beer, C., Dauer, D. and Weinhardt, C. (2018b), "A blockchain-based smart grid: towards sustainable local energy markets", *Computer Science – Research and Development*, Vol. 33Nos 1/2, 207-214.
- Mentzer, J.T, et al., (2001). Defining supply chain management, *Journal of Business Logistics*, 22 (2), 1-25.
- Nakamoto, S. (2008), Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Decentralized Business Review*, 21260.

- Nir Kshetri. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management* 39 (2018), 80–89
- Overby, S. (2016). How Blockchain Can Benefit IT Outsourcing Providers CIO.
- Paul, T., Islam, N., Mondal, S., & Rakshit, S. (2022). RFID-integrated blockchain-driven circular supply chain management: A system architecture for B2B tea industry. *Industrial Marketing Management*, 101, 238-257.
- Philippe Richard. (2016). Le paiement sans contact et sans sécurité, *Techniques de l'ingénieur*.
- Pop, C. et al., (2018). Blockchain based decentralized management of demand response programs in smart energy grids, *Sensors*, 18 (2),162-184.
- Popper, N., & Lohr, S. (2017). Blockchain: A better way to track pork chops, bonds, bad peanutbutter.
- Queiroz MM, Fosso Wamba S (2019) Blockchain adoption challenges in supply chain: an empirical investigation of the main drivers in India and the USA. *Int J Inf Manag* 46, 70-82.
- Raja Santhi, A., & Muthuswamy, P. (2022). Influence of blockchain technology in manufacturing supply chain and logistics. *Logistics*, 6 (1), 15.
- Reuters. (2017). BP, Shell Lead Plan for Blockchain-Based Platform for Energy Trading
- Rothschild, C. F. (2016). Wine vault offers security in a digital age. *Wine Searcher*.
- Schoenherr, T., Narayanan, S., & Narasimhan, R. (2015). Trust formation in outsourcing relationships: a social exchange theoretic perspective. *Int. J. Prod. Econ.* 169, 401–412
- Scott, M. (2017), Innovation percolates when coffee meets the blockchain. *Nasdaq*
- Serdarasan, S. (2013). A review of supply chain complexity drivers. *Computers & Industrial Engineering*, 66 (3), 533-540.
- Shermin, V. (2017). Disrupting governance with blockchains and smart contracts, *Strategic Change*, 26 (5), 499-509.
- Slack, N. (1983). Flexibility as a manufacturing objective. *International Journal of Operations and Production Management*, 7 (4), 35–45.
- Stock, J.R., & Boyer, S.L. (2009). Developing a consensus definition of supply chain management: a qualitative study, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39 (8), 690-711.

- Swafford, P., Ghosh, S., & Murthy, N. (2000). A model of global supply chain agility and its impact on competitive performance. Proceedings of the 31st national DSI meeting, 1037–1039.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2017). How blockchain will change organizations? MIT Sloan Management Review,.58 (2), 10-13.
- UIT-T. (2012), séries-y : infrastructure mondiale de l'information, protocole internet et réseaux de prochaine génération. Recommandation UIT-T Y.2060.
- Wu, H., Li, Z. et al., (2017). A distributed ledger for supply chain physical distribution visibility, Information, 8(4), 1-18.
- Yin, S., Bao, J., Zhang, Y, & Huang, X. (2017). M2M security technology of CPS based on blockchains, Symmetry, 9 (9), 193-209.
- Yingli W. et al., (2019). Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains? International Journal of Production Economics 211 (2019), 221–236.
- Yli-Huumo, J. et al., (2016). Where is current research on blockchain technology? A systematic review. PLoS One 11 (10), 1–27.
- Zhang, Y., & Wen, J. (2017). The IoT electric business model: using blockchain technology for the internet of things”, Peer-to-Peer Networking and Applications, 10 (4), 983-994.