

Alignement de l'industrie 4.0 au supply chain management à l'ère post covid-19

Aligning industry 4.0 with supply chain management in the post covid-19

KEHAILOU Latifa

Doctorante en science de gestion

Ecole Nationale de Commerce et de Gestion-Oujda

Université Mohammed premier Oujda

Laboratoire de Recherche en Management Territorial, Intégré et Fonctionnel
Maroc

Latifa.kehailou@hotmail.fr

AMANSOU Saida

Professeur Habilité de l'enseignement supérieur

Ecole Nationale de Commerce et de Gestion-Oujda

Université Mohammed premier Oujda

Laboratoire de Recherche en Management Territorial, Intégré et Fonctionnel
Maroc

amansousaida@gmail.com

Date de soumission : 4/04/2022

Date d'acceptation : 10/05/2022

Pour citer cet article :

KEHAILOU. L & AMANSOU. S (2022) «Alignement de l'industrie 4.0 au supply chain management à l'ère post covid-19», Revue Internationale des Sciences de Gestion « Volume 5 : Numéro 2» pp : 971 - 993

Résumé

La pandémie de la COVID-19 est l'une des perturbations les plus graves de l'histoire de la chaîne logistique, de nombreuses perturbations ont été observées qui sont dû à la non prise en compte d'une stratégie de chaîne logistique qui peut faire face aux événements imprévus.

A cet égard, les praticiens et les universitaires sont mis au défi d'améliorer la résilience des chaînes logistiques.

Les progrès technologiques récents, en particulier l'industrie 4.0, laissent envisager des possibilités prometteuses pour atténuer les risques liés à la chaîne logistique, comme ceux de la pandémie de la COVID-19.

Cependant, la littérature manque d'une analyse complète du lien entre l'industrie 4.0 et la résilience de la chaîne logistique.

L'objet de cet article est de montrer le lien entre la chaîne logistique 4.0 et la résilience et de chercher à comment gérer stratégiquement les chaînes logistiques pour qu'elles soient mieux préparées aux perturbations et résiliente.

Mots clés : Gestion de la chaîne logistique ; Résilience ; Stratégie ; Chaîne logistique 4.0; Industrie 4.0.

Abstract

The COVID-19 pandemic is one of the most serious disruptions in the history of the supply chain, with many disruptions observed that are due to the failure to consider a supply chain strategy that can cope with unexpected events.

In this regard, practitioners and academics are challenged to improve the resilience of supply chains.

Recent technological advances, particularly Industry 4.0, suggest promising opportunities to mitigate supply chain risks, such as those of the COVID-19 pandemic.

However, the literature lacks a comprehensive analysis of the relationship between Industry 4.0 and supply chain resilience. To bridge gap, we are examining this relationship and will analyze the impact of supply chain 4.0 during the post- COVID-19 pandemic.

The purpose of this article is to show the link between supply chain 4.0 and resilience and to investigate how to strategically manage supply chains so that they are better prepared for disruptions and resilient.

Keywords : Supply chain management; Resilience; Strategy; Supply chain 4.0; Industrie 4.0.

Introduction

La pandémie de la COVID-19 a touché le monde entier, Elle n'a pas impacté que le domaine de la santé mais également l'environnement des affaires. De ce fait, les chaînes logistiques de différentes industries ont été fortement mises au défi de s'adapter aux perturbations de leurs flux. En effet, de nombreuses perturbations ont été observées non seulement dans les canaux physiques mais aussi sur les plateformes d'achat en ligne. Cela est dû à la non prise en compte de la gestion des risques, à l'adoption de stratégies logistiques à fournisseurs unique, aux échecs de livraison des fournisseurs et au manque de transparence et de visibilité.

Tous ces événements génèrent de nombreuses leçons sur les connaissances en matière de gestion de la chaîne logistique, qui sont discutées et apprises en ces temps difficiles et éprouvants, encourageant à la fois les praticiens et les universitaires à se remettre en question : **Comment gérer stratégiquement les chaînes logistiques en s'alignant à l'industrie 4.0 pour atteindre la résilience ?**

La pandémie de la COVID-19 est apparue juste au moment où les chaînes logistiques étaient appelées à se transformer et s'aligner à la quatrième révolution industrielle. La mise en œuvre des technologies de l'Industrie 4.0 est devenue un impératif stratégique pour les chaînes logistiques dans le but de leur permettre d'être plus compétitif sur le marché (Porter et Heppelmann, 2014). Plus précisément, dans le contexte de la chaîne logistique, les technologies qui aident à faire face aux perturbations joueront un rôle crucial en cherchant à améliorer la performance des processus de la chaîne logistique, puis à améliorer les résultats stratégiques (Frederico et al., 2019). Wu et al. (2016) souligne que mise à part les problèmes techniques, les défis non techniques et les problèmes de gestion sont également des sujets importants à prendre en compte sur l'Industrie 4.0 dans le contexte de la chaîne logistiques.

En ce qui concerne les études liées aux thématiques Industrie 4.0 et résilience, peu d'études sont présentes dans la littérature. De nouvelles stratégies devraient être mises en place pour améliorer la résilience de la chaîne logistique dans une perspective adaptative (Tukamuhabwa et al., 2015). De plus, les organisations axées sur la résilience doivent rechercher une adaptation agile et se préparer à une réponse plus proactive.

Pour atteindre ces caractéristiques, ces organisations doivent avoir une orientation stratégique à long terme (Burnard et al., 2018). Van Hoek (2020) met l'accent sur la pertinence de l'apprentissage avec la pandémie de la COVID-19 afin d'améliorer la prise de décision future dans les situations de perturbation. En outre, cet auteur encourage les nouveaux déploiements

de recherche sur les chaînes logistiques en raison de cette pandémie qui a impacté le monde entier.

Dans ce sens et en lien avec notre objectif, il devient nécessaire de discuter d'une stratégie de chaîne logistique conduite par des technologies de rupture face à la pandémie de la COVID-19. Frederico (2020) souligne que la maturité des chaînes logistiques peut être améliorée par l'utilisation des technologies de l'industrie 4.0 qui collaborent pour rendre les chaînes logistiques plus résistantes aux situations de perturbation.

Par conséquent, cet article présente une discussion sur la façon dont la gestion de la chaîne logistique devrait envisager une approche de la chaîne logistique 4.0 pour qu'elles soient mieux préparées et résilientes aux événements futurs et soudains tels que la pandémie mondiale de coronavirus.

A cet égard, nous présenterons en première partie la définition de chaîne logistique 4.0 selon différents angles. La deuxième partie va décortiquer le concept de la résilience. Le lien entre la chaîne logistique 4.0 et la résilience sera discuté dans la troisième partie. Et la quatrième partie sera dédiée à analyser l'impact de la chaîne logistique 4.0 sur la résilience pendant la pandémie post-COVID-19 et enfin, une conclusion pour clôturer cet article

1. La supply chain 4.0

Plusieurs études définissent le concept de la chaîne logistique 4.0, et partagent tous un point en commun qu'il s'agit d'une « évolution des opérations de la chaîne logistique grâce à la technologie numérique avancée »

Cependant, les définitions varient légèrement en termes d'utilisation. Nous pouvons les distinguer sous les trois angles suivants.

1.1. Les définitions qui mettent l'accent sur la transformation des processus de l'entreprise grâce au numérique

Les études mentionnant ce concept mettent l'accent sur le fait que de nouvelles valeurs doivent être créées en transformant les processus d'entreprise basés sur papier en processus intelligents, tout en insistant également sur la nécessité d'effectuer les transformations organisationnelles correspondantes.

Garay-Rondero et al. (2020) ont défini une chaîne logistique numérique comme une plateforme exécutable de manière proactive (ou une chaîne logistique axée sur l'écosystème) sur laquelle toutes les entreprises peuvent collecter et analyser des données en temps réel à

l'intérieur et à l'extérieur de la chaîne logistique en utilisant les technologies de l'information et des communications et de nouvelles techniques analytiques.

Daniel (2021) l'a défini comme une chaîne logistique basée sur le Web qui rompt avec la méthode hybride consistant à mélanger les processus administratifs et informatiques, en soulignant que des fonctionnalités telles que la connexion, l'intégration du système et la génération de données à partir de composants intelligents doivent être totalement utilisables.

Kinnet (2015) a défini une chaîne logistique numérique comme un réseau intelligent orienté vers la valeur qui adopte l'analyse et la technologie en utilisant de nouvelles approches pour générer de nouveaux profits et une valeur pour l'entreprise.

Wu et al. (2016) l'ont défini comme un nouveau concept de systèmes d'entreprise interconnectés passant des applications isolées et locales d'une seule entreprise à une chaîne logistique où des technologies intelligentes étendues et systématiques sont mises en œuvre. Ils mettent l'accent sur le fait que toutes les étapes d'une chaîne logistique sont connectées, ce qui permet une collecte de données robuste ainsi qu'une prise de décision intelligente basée sur une communication en temps réel ; cela nécessite également un système efficace basé sur des réponses immédiates pour fournir de meilleurs services à la clientèle. Le cabinet multinational PricewaterhouseCoopers ¹(PwC) définit une chaîne logistique numérique comme un système qui se concentre sur la connexion numérique de tous les actifs physiques au-delà de l'automatisation de chaque machine et processus, ainsi que sur l'intégration des écosystèmes numériques avec les partenaires de la chaîne de valeur.

Agile Elephant (2021) définit la chaîne logistique numérique comme le concept de transformation numérique, c'est-à-dire le processus de transformation de l'approche traditionnelle du travail et de la réflexion en une nouvelle méthode utilisant les médias numériques, les réseaux sociaux, les canaux mobiles et les nouvelles technologies émergentes.

1.2. Les définitions qui portent sur la collaboration à l'aide de la technologie numérique

Les études mentionnent que ce concept met l'accent sur l'exploitation de plateformes digitales grâce à la collaboration afin de collecter et de partager de nombreuses informations et de créer de nouvelles opportunités de chaîne logistique en utilisant les technologies numériques entre les entités. Büyüközkan et Göçer (2018) ont défini les chaînes logistiques numériques comme

¹ PwC. Industry 4.0 & How Digitization Makes the Supply Chain More Efficient, Agile, and Customer-Focused. 2016. <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/2016/digitization-more-efficient.html>

des systèmes intelligents à technologie optimisée qui remplissent des fonctions telles que le traitement massif de données et une excellente collaboration et communication à l'aide de matériaux et de logiciels numériques qui synchronisent et soutiennent les interactions entre les organisations. Ils mentionnent que les services peuvent avoir plus de valeur, être plus accessibles à un prix raisonnable tout en étant performants avec cohérence, vitesse et efficacité. Bhargava et al. (2013) ont défini la chaîne logistique numérique comme le système qui sert de médiateur aux activités des partenaires de la chaîne logistique par le biais de logiciels, de matériaux et d'un réseau de communication afin de soutenir les interactions dans les processus tels que l'achat, la production, le stockage, le transport et la vente de biens entre les organisations du monde entier. Raab et Griffin-Cryan (2021) ont souligné des problèmes tels que la fusion des processus « électroniques et papier » et « l'effet silo fonctionnel et géographique ». Ils ont défini une chaîne logistique numérique comme un système conçu pour améliorer la stabilité, la vitesse et l'efficacité des chaînes logistiques en permettant l'utilisation de nombreuses informations et une excellente collaboration et communication sur l'ensemble de la plateforme numérique. Quelques instituts étudiant les chaînes logistiques ont défini une chaîne logistique numérique comme une plateforme centrée sur le client qui capture des informations en temps réel provenant de diverses sources et maximise son utilisation. Elle permet d'optimiser les performances et de minimiser les risques grâce à la stimulation de la demande, la détection et la gestion (Wijoyo et al., 2020). En outre, la numérisation de la chaîne logistique a le potentiel de rendre les services plus précieux et accessibles à un prix raisonnable (Kodolova et al., 2019). Ainsi, les organisations doivent reconstruire et mettre en œuvre les tâches actuelles dans un réseau logistique numérique et un environnement cloud qui intègrent les ressources humaines et les informations en plus du flux physique de biens et de services dans la chaîne logistique afin de créer de nouvelles opportunités pour la chaîne logistique.

Afin de se concentrer davantage sur la création de valeurs supplémentaires pour les clients que sur la visibilité et la transparence des connaissances obtenues à partir des Big data et des systèmes d'information vastes, les gestionnaires doivent recommander aux analystes de trouver les significations cachées et de comprendre parfaitement ces procédures de développement pour arriver aux bonnes conclusions, conduisant ainsi à la croissance d'une entreprise basée sur les données qui peut générer les mesures de performance nécessaires qui auront un impact positif sur les résultats de l'entreprise.

1.3. Les définitions qui portent sur les progrès de la gestion des opérations à l'aide de la technologie numérique

Les études mentionnant ce concept mettent l'accent sur l'ajustement agile des processus en réalisant un processus bidirectionnel de détection et de réponse aux changements du marché basé sur des informations en temps réel à l'aide de la technologie numérique tout en soulignant également l'importance de minimiser les risques dans la chaîne logistique en maximisant l'utilisation de la technologie numérique. En d'autres termes, il s'agit du processus de changement et de réaction aux conditions du marché par le biais d'un processus bidirectionnel de détection, de réponse et d'ajustement grâce aux technologies émergentes. (Kartskhiya et al., 2020 ; Cecere , 2017). À cette fin, il est nécessaire de construire des chaînes de valeur connectées à un écosystème unique en utilisant des technologies numériques avancées telles que l'analyse des Big data, l'Internet des objets, le Cloud computing, les Réseaux de capteurs, l'Impression 3D, la Réalité virtuelle, la Réalité augmentée, et la Blockchain (Di Nardo, 2020).

Par conséquent, il faut fournir des produits ou des services qui utilisent des capteurs intelligents ou des caractéristiques de réseau pour créer des modèles d'affaires numérisés basés sur des chaînes de valeur verticales et horizontales intégrées (par exemple, des services basés sur les données et des solutions de plateformes intégrées).

Ivanov et al. (2019) ont défini une chaîne logistique numérique comme un système qui remplit des fonctions telles que la planification, l'approvisionnement, la fabrication et la livraison, comme présenté par le modèle SCOR avec l'analyse des Big data, les réseaux basés sur les systèmes Cyber-physiques, la fabrication additive et les systèmes de suivi et de traçage avancés, et ils ont mentionné que l'Internet des objets, la Blockchain, la technologie du Cloud, les robots et la technologie des capteurs peuvent favoriser la performance technique.

Calatayud et al. (2019) ont défini une chaîne logistique numérique comme une chaîne autonome qui surveille constamment les performances en prévoyant et en détectant les risques par l'analyse de données massives collectées à partir de diverses sources et en prenant activement des mesures préventives avant l'apparition des risques, affirmant qu'elle a tendance à tirer des enseignements de ces activités et à utiliser les connaissances dans la prise de décision future.

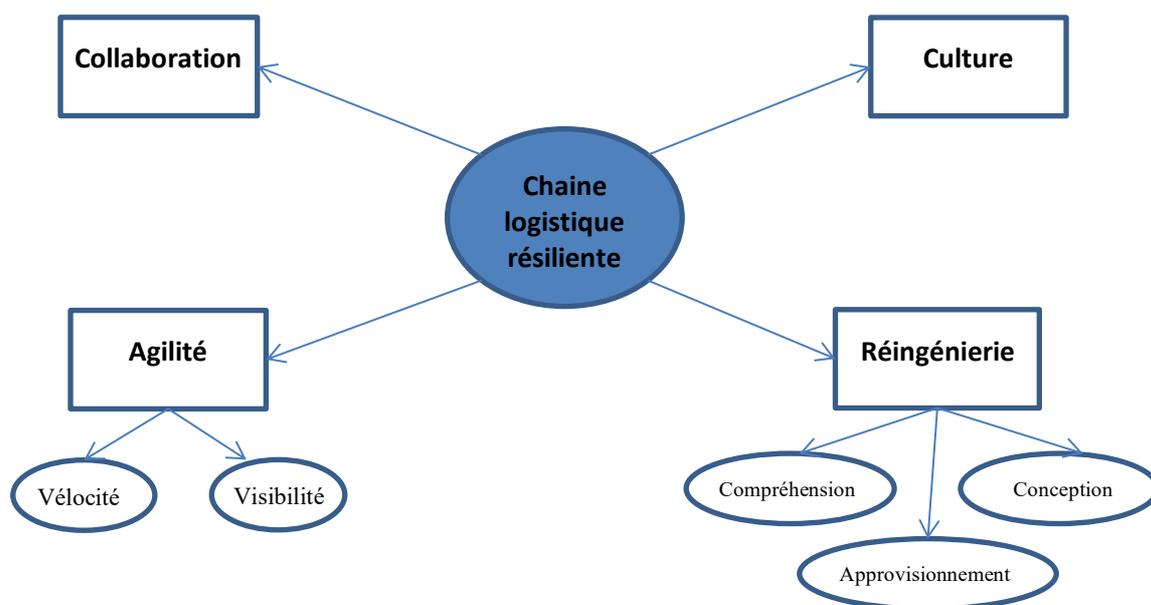
Dans un rapport rédigé avec la WHU-Otto Beisheim School of Management, A.T. Kearney (2015) a présenté une chaîne logistique numérique comme la technologie optimale qui

soutient et synchronise les processus de la chaîne logistique afin de minimiser les déchets qui se produisent dans l'environnement en raison des fluctuations et des risques liés à une forte demande, en précisant que cette technologie comprend des systèmes de gestion des entrepôts et des transports, l'identification par radiofréquence, une technologie de prélèvement avancée et des systèmes de planification innovants.

2. La résilience de la supply chain

Pour définir la résilience de la chaîne logistique, nous allons se référer au cadre de Christopher et Peck (2004), présenté dans la figure 1, qui l'identifie par l'agilité, la capacité de réingénierie de la chaîne logistique, la collaboration et la culture de gestion de la chaîne logistique comme des facteurs clés.

Figure N°1 : Chaîne logistique résiliente



Source : Adapté de Christopher et Peck (2004).

2.1. L'agilité

Elle est généralement considérée comme un élément combiné qui comprend la visibilité et la vélocité (Christopher & Peck, 2004).

- La visibilité ou la transparence (Wichmann et al., 2020), concerne la capacité à accéder aux informations sur les identités, les emplacements et les statuts des entités qui transmettent entre les fournisseurs de niveau inférieur et les clients dans la chaîne logistique (Jüttner & Maklan,

2011). Cela peut inclure les stocks, la demande et les conditions d'approvisionnement, ainsi que les calendriers de production et d'achat (Christopher & Peck, 2004).

- La vitesse se concentre sur la vitesse à laquelle une organisation réalise des adaptations flexibles, le délai d'exécution étant un indicateur clé (Jüttner & Maklan, 2011). Cela inclut la flexibilité des entreprises à réagir rapidement aux nouvelles conditions environnementales, en particulier lorsqu'elles sont confrontées à des perturbations dans la fabrication, le transport, l'approvisionnement ou la main-d'œuvre (Christopher & Peck, 2004 ; Hosseini et al., 2019).

2.2. La réingénierie de la chaîne logistique

La réingénierie de la chaîne logistique a trois perspectives différentes : s'approvisionner auprès d'une base d'approvisionnement fiable, appliquer les principes de conception de la chaîne logistique et comprendre l'ensemble de sa structure. (Cavalcante et al., 2019 ; Christopher & Peck, 2004 ; Ivanov, 2017 ; Ivanov & Dolgui, 2020)

- L'approvisionnement auprès de fournisseurs fiables est essentiel car les perturbations dans les niveaux inférieurs peuvent affecter chaque entreprise de la chaîne logistique par l'effet de vague (Jüttner, 2005). Une étude rapporte que plus de la moitié de toutes les perturbations de la chaîne logistique sont dus à des fournisseurs de premier rang (Hosseini et al., 2019), ce qui place la sélection des fournisseurs au centre de recherche sur la résilience de la chaîne logistique (Cavalcante et al., 2019).

- La compréhension de la chaîne logistique est nécessaire pour identifier les chemins critiques et les goulots d'étranglement potentiels dans la chaîne logistique (Christopher & Peck, 2004), ce qui peut être réalisé par des techniques de modélisation et de cartographie (Wichmann et al., 2020). Disposer de ce type d'outils lorsqu'on est confronté à des perturbations de la chaîne logistique est crucial pour permettre des analyses de vulnérabilité et des simulations de scénarios (Ivanov, 2017 ; Ivanov & Dolgui, 2020).

- Les principes de conception des chaînes logistiques dans le contexte de la résilience de la supply chain concernent principalement le compromis entre l'efficacité et la redondance dans un réseau logistique (Christopher & Peck, 2004). Bien que perçues comme utiles pour surmonter les perturbations, les stratégies de redondance ont un coût (Zsidisin & Wagner, 2010) et doivent donc être appliquées de manière réfléchie. Les trois mesures les plus importantes sont l'augmentation des stocks, l'approvisionnement multiple et la capacité de secours dans la fabrication et le transport (Ivanov et al., 2017). D'autres principes de

conception incluent la densité, la complexité et la criticité des nœuds d'un réseau logistique (Kim et al., 2015).

2.3. La collaboration de la chaîne logistique

Elle décrit l'attitude des parties indépendantes à l'égard de l'alignement des forces pour l'atténuation des risques (Christopher & Peck, 2004 ; Jüttner & Maklan, 2011). Quelques exemples d'approches collaboratives sont la planification de la continuité et la prise de décision conjointes, l'infrastructure de communication permanente et la volonté de partager les informations et les ressources (Jüttner & Maklan, 2011 ; Scholten & Schilder, 2015). Dans ce contexte, la confiance mutuelle est une condition préalable (Mandal, 2014 ; Papadopoulos et al., 2017). Certains chercheurs considèrent même que la collaboration avec les concurrents est productive en cas de perturbation grave de la chaîne logistique (Scholten & Schilder, 2015).

2.4. La culture

L'établissement d'une culture de la gestion des risques de la chaîne logistique comprend un état d'esprit de sensibilisation aux risques, des apprentissages de la gestion de la chaîne logistique et le soutien du senior management (Christopher & Peck, 2004 ; Singh & Singh, 2019). Dans un contexte I4.0, les décideurs doivent être en mesure d'interpréter les informations tirées des données traitées. (Oliveira & Handfield, 2019).

La résilience d'une chaîne logistique se représente donc par la capacité d'un système à gérer les risques et se remettre à son niveau d'origine après la perturbation.

3. La supply chain 4.0 et la résilience

Pour cela, nous allons établir un lien entre les composants de la résilience de la chaîne logistique que nous allons discuter dans la section précédente et les différents éléments de la technologie de l'industrie 4.0.

3.1. Lien entre la vitesse et la supply chain 4.0

En ce qui concerne le Big data analytique, les risques peuvent être détectés plus tôt et les mesures d'atténuation sont exécutées plus rapidement, par exemple, lors de la recherche d'itinéraires de transport alternatifs en cas de perturbation des infrastructures (Er Kara et al., 2020 ; Ramirez-Peña et al., 2020). Comme exemple spécifique d'amélioration de la vitesse par le Big data analytique, Chae (2015) a exploité Twitter comme outil de suivi des

événements, il a décrit comment détecter et communiquer rapidement les perturbations de la chaîne logistique aux partenaires de la chaîne logistique en temps réel.

Un autre exemple similaire d'intelligence artificielle est présenté ci-dessous : Handfield, Sun et Rothenberg (2020) ont mis au point un algorithme de l'apprentissage automatique pour filtrer les flux d'actualités à la recherche de données sur les risques et créer rapidement des projections d'impact et de probabilité au niveau d'un pays. Dans ce contexte, la capacité de l'intelligence artificielle à remplacer les opérations à forte intensité de main-d'œuvre et qui prennent beaucoup de temps par des capacités de traitement et d'interprétation automatiques de l'information ce qui est un facteur clair de la vitesse (Li et al., 2020).

Les applications du Big data analytique, et d'Intelligence artificielle peuvent également être appliquées pour prévoir les perturbations de la chaîne logistique et à identifier l'état optimal pour initier des contre-mesures et des plans de récupération (Paul & Chowdhury, 2020 ; Singh & Singh, 2019). Les données requises pour l'Intelligence artificielle et le Big data analytique, peuvent être collectées à l'aide d'applications de l'Internet des objets et soumises par le biais du Cloud computing, ce qui permet des analyses et des contre-mesures plus rapides et en temps quasi réel (Birkel & Hartmann, 2020; Kaur & Prakash Singh, 2021 ; Li et al., 2020). L'accès plus rapide aux données entraîne généralement de meilleures décisions et des avantages en termes de performance (Oliveira & Handfield, 2019).

Il en va de même pour les processus numérisés au Blockchain. Cette technologie est assurée, grâce à de nouvelles techniques de chiffrement avancées et à un modèle de réseau informatique Pair-à-Pair administré de manière collective, le stockage et l'échange d'informations tout au long de la chaîne logistique d'une manière plus structurée et sécurisée. (Dhibay & Alaoui, 2020). A travers la Blockchain, les activités sont accélérées lorsque le besoin d'interactions avec des intermédiaires est réduit (Kshetri, 2018). La fabrication additive améliore également la vitesse de la chaîne logistique. Les délais peuvent être accélérés lorsque les étapes de production et les niveaux de fournisseurs sont réduits (Ivanov et al., 2019 ; Kaur & Prakash Singh, 2021). De plus, la fabrication additive permet une plus grande flexibilité dans le choix des lieux de production, ce qui constitue un facteur supplémentaire d'amélioration de la vitesse.

Enfin, les systèmes Cyber-physiques, qui affectent radicalement les chaînes logistiques et les processus de fabrication, permettent une production plus réactive et flexible (Ivanov et al.,

2019). Nous pouvons déduire que les technologies de l'industrie 4.0 permettront d'effectuer le travail plus rapidement, ce qui entraînera une amélioration considérable des délais.

3.2. Lien entre la visibilité et la supply chain 4.0

Dans ce contexte, le Cloud computing permet de mettre les données à la disposition de différentes entités (Oliveira & Handfield, 2019). À l'inverse, le Big data analytique est surtout abordée dans le contexte des jumeaux numériques supply chain. Les données brutes provenant de différentes sources sont traitées et combinées avec des techniques de simulation pour représenter le réseau de la chaîne logistique du monde réel à tout moment (Dubey et al., 2021 ; Hosseini et al., 2019). Un tel outil de visibilité de bout en bout soutient fortement la prise de décision prédictive et réactive (Ivanov & Dolgui, 2020 ; Ralston & Blackhurst, 2020).

Du point de vue du marketing et des ventes, le Big data analytique, peut améliorer la visibilité du marché grâce à des techniques d'analyse prédictive, ce qui conduit à des prévisions de demande et de ventes (Fu & Chien, 2019 ; Ivanov et al., 2019 ; Zhang et al., 2020). L'intelligence artificielle peut développer ces méthodes d'analyse. Des approches d'évaluation partiellement automatisées rendent l'obtention de la transparence encore plus facile (Li et al., 2020).

En outre, la Blockchain peut être utilisée pour soutenir la visibilité du côté de l'offre et de la demande (Choi et al., 2019). Les données stockées dans les comptes ouverts peuvent aider à suivre le flux de matériaux, à vérifier les niveaux d'inventaire et à comprendre l'ensemble des processus d'exécution des commandes (Kaur et Prakash Singh, 2021 ; Paul et Chowdhury, 2020). Dans ce contexte, la Blockchain peut améliorer la création de visibilité grâce au partage de données en temps réel entre les parties intégrées (Lohmer et al., 2020).

Nous en déduisant que toutes les technologies I4.0 pourraient améliorer la visibilité.

3.3. Lien entre l'approvisionnement et la supply chain 4.0

Le Big data analytique et l'intelligence artificielle peuvent être utilisées pour sélectionner de nouveaux fournisseurs et surveiller la résilience de la chaîne logistique à partir de la base d'approvisionnement actuelle (Cavalcante et al., 2019). Les applications d'aide à la décision multicritères qui prennent en compte les caractéristiques des risques sont de plus en plus appliquées aux évaluations des fournisseurs; il en va de même pour les modèles mathématiques et les outils combinés de l'apprentissage automatique et de simulation

(Cavalcante et al., 2019). La sélection et la vérification des fournisseurs peuvent être facilitées par les données obtenues à partir des appareils de l'Internet des objets des partenaires de la chaîne logistique (Birkel & Hartmann, 2020). Néanmoins, les caractéristiques d'un fournisseur ne sont pas les seules les plus importantes. Par exemple, Hosseini et al. (2019) ont présenté une approche pour analyser la répartition géographique optimale des fournisseurs. En outre, l'algorithme de l'apprentissage automatique que Handfield et al. (2020) ont introduit peut soutenir les sélections de fournisseurs avec des scores de risques au niveau du pays. Dans l'ensemble, les progrès du Big data analytique et d'Intelligence artificielle peuvent aider les acheteurs à libérer du temps pour établir des relations interpersonnelles au lieu d'effectuer des tâches administratives (Ralston et Blackhurst, 2020).

En outre, la fabrication additive présente une nouvelle option au sein du sourcing, permettant l'internalisation de certaines étapes de production afin d'éviter les fournisseurs peu fiables (Shih, 2020). Le Cloud computing soutient la flexibilité de l'approvisionnement en permettant de nouvelles opportunités, telles que les plateformes de sourcing et le crowdsourcing. Par ailleurs, il est crucial que les fournisseurs introduisent également les technologies habilitantes I4.0 améliorent la résilience de la chaîne logistique (Kaur & Prakash Singh, 2021).

Dans l'ensemble, le sourcing soutenu par I4.0 peut faciliter la réalisation d'une chaîne logistique résiliente surtout dans les phases de planifications et de réponses.

3.4. Lien entre la compréhension et la supply chain 4.0

L'Intelligence artificielle peut cartographier les réseaux de la chaîne logistique existante pour aider à les visualiser et à les analyser, ce qui permet d'améliorer la connaissance des dépendances et des goulets d'étranglement potentiels. Wichmann et al. (2020) ont présenté une solution basée sur l'apprentissage profond et le traitement du langage naturel pour générer automatiquement de telles cartes. Les techniques de modélisation traditionnelles (par exemple, les réseaux bayésiens et les réseaux de Petri) peuvent également être combinées avec l'apprentissage automatique pour développer et comprendre plus efficacement la structure d'un modèle (Hosseini & Ivanov, 2020). En outre, les simulations soutenues par le Big data analytique permettent de comprendre le réseau de la chaîne logistique de manière plus numérique, par exemple en analysant la dynamique et en testant des scénarios de risque alternatifs (Ramirez-Peña et al., 2020). Il s'agit notamment de découvrir les facteurs de déclenchement, de quantifier les risques et d'évaluer les conséquences (Er Kara et al., 2020). Les données de l'Internet des objets peuvent encore améliorer le niveau de détail des modèles.

Les connaissances générées peuvent être utilisées pour créer des plans de continuité des activités ou adapter la conception globale de la chaîne logistique (Dubey et al., 2021).

3.5. Lien entre le design et la supply chain 4.0

En outre, le Big data analytique peut être appliquée aux réseaux de la chaîne logistique existants pour identifier, évaluer et optimiser les attributs de la résilience de la chaîne logistique (Wu et al., 2017). La fabrication additive permet une planification plus souple de la conception des chaînes logistiques. Les niveaux de fournisseurs, les étapes de production et les emplacements peuvent être ajustés en fonction du positionnement de la résilience de chaîne logistique (Ivanov et al., 2019 ; Shih, 2020). En outre, les solutions de la fabrication additive peuvent être utilisées comme capacités de secours de production pendant les perturbations de la chaîne logistique (Paul & Chowdhury, 2020).

Ainsi, la technologie du système Cyber-physiques peut aider à atteindre la bonne quantité de stocks et de fournisseurs (Chen et al., 2020).

Ces technologies permettent de tester des configurations de réseau alternatives et des éléments de redondance possibles, y compris la quantité de fournisseurs, leurs emplacements géographiques, les niveaux de stock et les capacités de production et de transport.

3.6. Lien entre la collaboration et la supply chain 4.0

La confiance dans les relations existantes et nouvellement initiées, et peut être renforcée en utilisant la Blockchain (Lohmer et al., 2020). En outre, la Blockchain assure un partage automatisé des informations, réduisant ainsi la possibilité que les partenaires de la chaîne logistique manquent une communication importante (Li et al., 2020 ; Lohmer et al., 2020). Certains mécanismes des applications du Big data analytique et l'Intelligence artificielle permettent de condenser et de communiquer les conclusions importantes sur les risques et les perturbations de la chaîne logistique à tous les partenaires de la chaîne logistique concernés (Chae, 2015; Papadopoulos et al., 2017). Dans ce contexte, le Cloud computing peut jouer un rôle essentiel dans le partage et le traitement conjoint des informations (Subramanian & Abdulrahman, 2017). Dans l'ensemble, le partage des informations peut être amélioré par l'ajout de données détaillées obtenues à partir de dispositifs de l'Internet des objets (Li et al., 2020)

Ces technologies favorisent l'établissement de relations de confiance, améliorent la communication, le partage et le traitement d'informations.

3.7. Lien entre la culture et la supply chain 4.0

Les ouvriers sont de plus en plus soulagés de tâches monotones, voire dangereuses, grâce à l'intégration des systèmes Cyber-physiques (Ramirez-Peña et al., 2020 ; Shih, 2020; Ralston & Blackhurst, 2020). Ils peuvent donc orienter leurs efforts vers le développement de mesures d'optimisation opérationnelle permettant de réduire les risques. Les données générées par l'internet des objets améliorent les connaissances de la gestion des risques de la chaîne logistique d'une entreprise, ce qui permet d'améliorer la gestion globale du processus de risque (Birkel & Hartmann, 2020). Dans l'ensemble, l'automatisation des tâches libère du temps pour que les employés puissent examiner de manière critique et améliorer les niveaux de maturité de la gestion des risques de la chaîne logistique (Ralston & Blackhurst, 2020). En outre, cela permet une interaction plus personnelle avec les autres membres de la chaîne logistique à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise pour développer des solutions communes. En outre, les fonctions de gestion bénéficieront considérablement des capacités de traitement de l'information et de prise de décision de l'Intelligence artificielle. Bien que l'état actuel de la technologie ne permette pas une prise de décision automatisée pour la plupart des problèmes de la gestion des risques de la chaîne logistique (Baryannis et al., 2019), les systèmes de l'Intelligence artificielle seront les décideurs dans des situations simples dans un avenir proche. Cette avancée devrait permettre aux dirigeants de se concentrer sur les défis qui nécessitent des compétences en matière de résolution de problèmes et de pensée créative (Ralston et Blackhurst, 2020). D'ici là, les dirigeants peuvent combiner les connaissances de l'Intelligence artificielle avec leur propre expérience pour parvenir à des décisions optimales en matière de de la gestion des risques de la chaîne logistique (Baryannis et al., 2019).

Les progrès de l'Intelligence artificielle devraient également permettre aux spécialistes des données et aux programmeurs de mieux effectuer les analyses liées à la gestion des risques de la chaîne logistique.

4. Analyse de la résilience de la supply chain 4.0 face à la pandémie de la Covid-19

Comme indiqué précédemment, la mise en œuvre des technologies de l'industrie 4.0 est essentielle pour obtenir une chaîne logistique plus réactive et résiliente. Après cette pandémie historique, la gestion de la chaîne logistique devrait consacrer plus de temps et d'orientation stratégique à la recherche de processus de chaîne logistique plus axés sur la technologie.

Les principales stratégies de la chaîne logistique qui sont recherchées avec la mise en œuvre d'un programme de chaîne logistique 4.0 à partir de quelques cas pratiques sont liées aux données en temps réel et à la transparence pour une meilleure gestion de la demande, au renforcement de la collaboration avec les fournisseurs et les détaillants et à la personnalisation de la chaîne logistique pour répondre aux besoins de l'entreprise (Hitachi Group, 2020).

De même, la Supply Chain 4.0 vise à générer une chaîne logistique plus rapide, flexible, personnalisée, précise et plus efficace (McKinsey, 2016).

Ces stratégies peuvent avoir un impact direct sur la résilience de la chaîne logistique, en créant une plus grande robustesse en cas d'urgence, d'événements soudains et de grande ampleur tels que l'apparition du coronavirus.

Il existe un consensus concernant les améliorations que les technologies de rupture rendent les chaînes logistiques perforantes. A cet égard, des recherches ont été menées pour présenter les avantages et les impacts des technologies de rupture sur les chaînes d'approvisionnement.

Certaines études qui se démarquent sont liées à l'analyse des Big data (Er Kara et al., 2020 ; Chae 2015; Wu et al., 2017 ; Papadopoulos et al., 2017), l'Intelligence artificielle (Cavalcante et al., 2019 ; Wichmann et al. 2020 ; Baryannis et al., 2019), la Blockchain (Kshetri, 2018 ; Choi et al., 2019 ; Lohmer et al., 2020 ; Li et al., 2020), le Système cyber physique (Chen et al., 2020; Ramirez-Peña et al., 2020 ; Ralston & Blackhurst, 2020), l'Internet des objets (Birkel & Hartmann, 2020 ; Dubey et al., 2021), le Cloud computing (Kaur & Prakash Singh, 2021 ; Oliveira & Handfield, 2019 ; Subramanian & Abdulrahman, 2017), et la Fabrication additive (Ivanov et al., 2019 ; Kaur & Prakash Singh, 2021 ; Shih, 2020 ; Paul & Chowdhury, 2020).

En particulier dans le contexte de la pandémie la COVID-19, un rapport d'enquête mondial a montré l'importance des technologies de rupture pour une meilleure réponse des chaînes logistiques. Selon (Frederico, 2020), la majorité des experts, selon le pourcentage de réponses, issus de différentes régions du monde et de différents horizons, sont d'accord ou tout à fait d'accord avec le fait que les technologies de rupture telles que l'analyse des Big data (86 %), le Cloud computing (82,7 %), l'Internet des objets (78,7 %), la Robotique (73,3 %), la Blockchain (60,1 %) et la Fabrication additive (59,3 %) ont un impact positif sur les processus de la chaîne logistique et ensuite sur sa capacité de réponse. Compte tenu de l'aspect de la COVID-19, la technologie de rupture affecte les caractéristiques de performance des processus de la chaîne logistique. L'Internet des objets, avec l'utilisation de

capteurs, d'actionneurs et d'autres dispositifs, est l'une des technologies clés pour promouvoir un système cyber-physique logistique.

Aligné avec d'autres technologies telles que le Cloud computing, l'intelligence artificielle et la robotique, les processus des chaînes logistique peuvent être auto-exécutés et contrôlés. Par exemple, sur le flux amont de la chaîne logistique, les fournisseurs deviennent plus réactifs aux changements de la demande, ce qui permet une meilleure couverture des stocks.

Cela est possible grâce aux données et informations de la chaîne logistique qui sont plus rapides, transparentes et plus visibles sur une plateforme cloud. Les usines peuvent également réagir plus rapidement grâce à cette visibilité en temps réel des informations, et peuvent recevoir automatiquement un ordre de fabrication de biens de la part d'une plateforme Cloud.

Ces informations peuvent agir en association avec l'Internet des objets, la Robotique et l'Intelligence artificielle pour fabriquer intelligemment des produits. Pourtant, la fabrication additive pourrait également être envisagée dans le but d'accroître la flexibilité de la production, en produisant de manière personnalisée en masse et en augmentant ensuite la réactivité et l'efficacité des chaînes logistiques. De même, dans l'environnement de l'usine la Réalité augmentée joue un rôle important dans le but de fournir une meilleure visibilité du processus, d'améliorer la proactivité, de résoudre de manière affirmée les problèmes des machines et du processus et de réduire le temps mort et le temps de fabrication.

Des avantages se produisent également pour le flux de la chaîne logistique en aval. La demande des concessionnaires et des clients finaux peut être transmise directement aux centres de distribution et aux détaillants, ainsi avec l'utilisation du Cloud computing, de l'Internet des objets, de l'Intelligence artificielle et de la Robotique on pourrait générer des processus de manutention auto-exécutés dans les centres de distribution (par exemple, la réception, la sélection, le stockage, l'expédition). Cela peut apporter des améliorations significatives sur l'efficacité et la réactivité du processus de livraison de la chaîne logistique.

Les livraisons peuvent également bénéficier de la technologie Blockchain. La transparence, la traçabilité et la sécurité sont des attributs qui génèrent une chaîne logistique plus fiable et réactive. Avec toutes ces technologies intégrées dans les chaînes logistiques, une grande masse de données est générée. L'analyse des Big data joue alors un rôle stratégique en récupérant les données de toutes ces technologies et en les transformant en informations et en connaissances. À cet égard, l'analyse des Big data peut constituer un véritable avantage concurrentiel pour fournir une véritable chaîne logistique basée sur la connaissance,

permettant ainsi de réduire les délais d'exécution. Les chaînes logistiques basées sur la connaissance, permettant aux gestionnaires de la chaîne logistique de prendre des décisions plus rapides et plus affirmées face à l'imminence d'une perturbation. Il est important de souligner que toutes les technologies susmentionnées doivent être interopérables les unes avec les autres. L'interopérabilité (c'est-à-dire la capacité de communication et d'intégration entre les technologies) est une condition essentielle à l'efficacité du fonctionnement des leviers technologiques. En plus des aspects techniques de la mise en œuvre de ces technologies de rupture, comme nous l'avons vu précédemment, la gestion de la chaîne logistique doit prêter attention aux questions de gestion et de capacités afin de réussir la mise en œuvre de la stratégie de la chaîne logistique 4.0. Le leadership de la chaîne logistique doit également aligner la technologie appropriée en fonction des exigences de chaque processus de la chaîne logistique afin d'obtenir l'amélioration attendue de ses indicateurs de performance.

En tant que proposition pour l'après pandémie de coronavirus, les chaînes logistiques devraient envisager une stratégie axée sur les technologies de rupture afin d'être mieux préparées et plus résistantes aux situations d'urgence telles que celles créées par la pandémie de coronavirus. En effet, il existe un ensemble de technologies de rupture fondées sur les données, les informations et les connaissances (Cloud computing, Big data analytics, Intelligence artificielle et Blockchain). Ces technologies manipulent des données, génèrent et utilisent des informations et des connaissances dans le but de permettre des processus de chaîne logistique auto-exécutés et contrôlés par les technologies dites Cyber-physiques. (Internet des objets, Robotique, Fabrication additive et Réalité augmentée). Toutes ces technologies doivent être interactives pour créer une véritable chaîne logistique 4.0.

Ces technologies génèrent des améliorations sur les attributs de performance tels que l'efficacité, la réactivité, la flexibilité, la fiabilité, la transparence, la visibilité et la traçabilité. Par conséquent, la résilience de la chaîne logistique est améliorée car ces attributs de performance sont renforcés par des technologies de ruptures.

Conclusion

En raison de la pandémie de la maladie la COVID-19, les chaînes logistiques sont confrontées à des moments plus difficiles que jamais. La gestion de la chaîne logistique doit être repensée en termes d'approches stratégiques pour rechercher une meilleure robustesse face aux événements soudains.

Cet article a suscité une discussion importante sur la façon dont la chaîne logistique 4.0 peut collaborer pour rendre les chaînes logistiques plus réactives et résilientes. En particulier, les leviers technologiques, qui sont en fait les technologies de l'industrie 4.0, ont été présentés et discutés pour voir quel processus de la chaîne logistique peut être appliqué et quels attributs de performance peuvent être améliorés.

La contribution de ce document est de fournir des idées théoriques et pratiques liées à la chaîne logistique 4.0 et en particulier pour son application sur la période post-pandémique. En outre, il vise à encourager les responsables de la chaîne logistique à repenser leur manière de gestion dans le sens de la création d'une stratégie de chaîne logistique pilotée par des technologies de rupture dans le but d'améliorer la performance des processus de la chaîne logistique, puis d'obtenir plus de résilience et de réactivité en cas d'événements perturbateurs futurs.

En outre, cet article motive les chercheurs sur les nouveaux déploiements de la chaîne logistique 4.0 et sur l'impact qu'elle peut avoir sur les chaînes logistiques dans des situations d'urgence similaires à l'épidémie la COVID-19.

BIBLIOGRAPHIE

Accenture. Supply Chain Transformation on the Cloud. Available online: <https://www.accenture.com/us-en/insights/supply-chain-operations/supply-chain-transformation-cloud> (13 July 2021)

Agile Elephant. What Is Digital Transformation. <http://www.theagileelephant.com/what-is-digital-transformation> (22 March 2021).

Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: State of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2179–2202.

Basole, R. C. (2014). Supply Network Structure, Visibility, and Risk Diffusion: A Computational Approach. *Decision Sciences*, 45(4), 753–789.

Bhargava, B.; Ranchal, R.; Ben Othmane, L. Secure information sharing in digital supply chains. In *Proceedings of the 2013 3rd IEEE International Advance Computing Conference (IACC)*, Ghaziabad, India, 22–23 February 2013; pp. 1636–1640.

Birkel, H. S., & Hartmann, E. (2020). Internet of Things – the future of managing supply chain risks. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(5), 535–548.

Büyükoçkan, G.; Göçer, F. Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Comput. Ind.* 2018, 97, 157–177.

Burnard, K., Bhamra, R. and Tsinopoulos, C. (2018), “Building organizational resilience: four configurations”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 65 No. 3, pp. 351-362,

Calatayud, A.; Mangan, J.; Christopher, M. The self-thinking supply chain. *Supply Chain Manag. Int. J.* 2019, 24, 22–38.

Cavalcante, M. I., Frazzon, E. M., Forcellini, F. A., & Ivanov, D. (2019). A supervised machine learning approach to data-driven simulation of resilient supplier selection in digital manufacturing. *International Journal of Information Management*, 49, 86–97.

Cecere, L. Embracing the Digital Supply Chain. 2016. Available online: <https://www.supplychainshaman.com/demand/demanddriven/embracing-the-digital-supply-chain> (22 March 2021).

Chae, B. (2015). Insights from hashtag #supplychain and Twitter Analytics: Considering Twitter and Twitter data for supply chain practice and research. *International Journal of Production Economics*, 165, 247–259.

Chen, L., Dui, H., & Zhang, C. (2020). A resilience measure for supply chain systems considering the interruption with the cyber-physical systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 199, Article 106869.

Choi, T.-M., Wen, X., Sun, X., & Chung, S.-H. (2019). The mean-variance approach for global supply chain risk analysis with air logistics in the blockchain technology era. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 127, 178–191.

Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–13.

Daniel, D. Digital Supply Chain. SearchERP.com. Available online: <https://searcherp.techtarget.com/definition/digital-supplychain?> (22 March 2021).

Di Nardo, M. Developing a Conceptual Framework Model of Industry 4.0 for Industrial Management. *Ind. Eng. Manag. Syst.* 2020, 19, 551–560.

Dhibay, Y. & Alaoui, M. (2020) «Blockchain et gestion des risques logistiques : Quel apport ?», *Revue Internationale du Chercheur* «Volume 1: Numéro 3 » pp: 393-413

Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Fosso Wamba, S., Roubaud, D., & Foropon, C. (2021). Empirical investigation of data analytics capability and organizational

Er Kara, M., Oktay Firat, S.Ü., & Ghadge, A. (2020). A data mining-based framework for supply chain risk management. *Computers & Industrial Engineering*, 139, Article 105570.

Frederico, G.F. (2020), “Survey report: disruptive technologies and responsiveness of supply chains amid the COVID-19 pandemic: a global perspective”, Federal University of Paraná – School of Management – July – 2020

Frederico, G.F., Garza-Reyes, J.A., Anosike, A. and Kumar, V. (2019), “Supply chain 4.0: concepts, maturity and research agenda”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 25 No. 2, pp. 262-282.

Garay-Rondero, C.L.; Martinez-Flores, J.L.; Smith, N.R.; Morales, S.O.C.; Aldrette-Malacara, A.J. Digital supply chain model in Industry 4.0. *Manuf. Technol. Manag.* 2020, 31, 887–933.

Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 32(9), 775–788.

Ivanov, D.; Dolgui, A.; Sokolov, B. The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *Int. J. Prod. Res.* 2019, 57, 829–846.

Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., & Ivanova, M. (2017). Literature review on disruption recovery in the supply chain. *International Journal of Production Research*, 6158–6174.

Fu, W., & Chien, C.-F. (2019). UNISON data-driven intermittent demand forecast framework to empower supply chain resilience and an empirical study in electronics distribution. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 940–949.

Jüttner, U., & Maklan, S. (2011). Supply chain resilience in the global financial crisis: An empirical study. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(4), 246–259.

Jüttner, U. (2005). Supply chain risk management. *The International Journal of Logistics Management*, 16(1), 120–141.

Handfield, R., Sun, H., & Rothenberg, L. (2020). Assessing supply chain risk for apparel production in low cost countries using newsfeed analysis. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(6), 803–821.

Hitachi Group (2020), “Supply chain 4.0: a luxury or a necessity?” <https://socialinnovation.hitachi/en-us/think-ahead/manufacturing/supply-chain-4-0>

Hosseini, S., & Ivanov, D. (2020). Bayesian networks for supply chain risk, resilience and ripple effect analysis: A literature review. *Expert Systems with Applications*, Article 113649.

Hosseini, S., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2019). Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 125, 285–307.

Kaur, H., & Prakash Singh, S. (2021). Multi-stage hybrid model for supplier selection and order allocation considering disruption risks and disruptive technologies. *International Journal of Production Economics*, 231, Article 107830.

Kearney, A.T. *Digital Supply Chains: Increasingly Critical for Competitive Edge*; The Centre for Global Enterprise: New York, NY, USA, 2015.

Kim, Y., Chen, Y.-S., & Linderman, K. (2015). Supply network disruption and resilience: A network structural perspective. *Journal of Operations Management*, 33–34, 43–59.

Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80–89.

Kodolova, I.A.; MirgaziyanovnaYusupova, L.; Viktorovna Nikonova, T.; Kalimullina, R.R. Development of Innovative Activity and Supply Chain Strategy of Enterprises in the Age of Digital Economy. *Int. J. Supply Chain Manag.* 2019, 8, 525–531.

Kinnet, J. *Creating a Digital Supply Chain: Monsanto's Journey*, SlideShare, 1–16. Volume 21. <https://www.slideshare.net/BCTIM/creating-a-digital-supply-chain-monsantos-journey>.

Li, Z., Guo, H., Barenji, A. V., Wang, W. M., Guan, Y., & Huang, G. Q. (2020). A sustainable production capability evaluation mechanism based on blockchain, LSTM, analytic hierarchy process for supply chain network. *International Journal of Production Research*, 58(24), 7399–7419.

Lohmer, J., Bugert, N., & Lasch, R. (2020). Analysis of resilience strategies and ripple effect in blockchain-coordinated supply chains: An agent-based simulation study. *International Journal of Production Economics*, 228, Article 107882.

Mandal, S. (2014). Supply chain resilience: A state-of-the-art review and research directions. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 5(4), 427–453.

Mckinsey (2016), "Supply chain 4.0 – the next generation digital supply chain", available at: www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/supply-chain-40-the-next-generationdigital-supply-chain.

Oliveira, M. P. V., & Handfield, R. (2019). Analytical foundations for development of real-time supply chain capabilities. *International Journal of Production Research*, 1571–1589.

Paul, S. K., & Chowdhury, P. (2020). A production recovery plan in manufacturing supply chains for a high-demand item during LA COVID-19. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, pre-print, 51(2), 104–125.

Papadopoulos, T., Gunasekaran, A., Dubey, R., Altay, N., Childe, S. J., & Fosso-Wamba, S. (2017). The role of Big Data in explaining disaster resilience in supply chains for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1108–1118.

Porter, M.E. and Heppelmann, J.E. (2014), "How smart, connected products are transforming competition", *Harvard Business Review*, Vol. 92 No. 11, pp. 64-88, <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>

PwC. *Industry 4.0 & How Digitization Makes the Supply Chain More Efficient, Agile, and Customer-Focused*. 2016. <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/2016/digitization-more-efficient.html>.

Raab, M.; Griffin-Cryan, B. *Digital Transformation of Supply Chains: Creating Value When Digital Meets Physical* 2011.

https://www.capgemini.com/wpcontent/uploads/2017/07/Digital_Transformation_of_Supply_Chains.pdf (22 March 2021).

Ralston, P., & Blackhurst, J. (2020). Industry 4.0 and resilience in the supply chain: A driver of capability enhancement or capability loss? *International Journal of Production Research*, 58(16), 5006–5019.

Ramirez-Peña, M., Sánchez Sotano, A. J., Pérez-Fernandez, V., Abad, F. J., & Batista, M. (2020). Achieving a sustainable shipbuilding supply chain under I4.0 perspective. *Journal of Cleaner Production*, 244, Article 118789.

Scholten, K., & Schilder, S. (2015). The role of collaboration in supply chain resilience. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(4), 471–484.

Shih, W. C. (2020). Global Supply Chains in a Post-Pandemic World. Retrieved August 20, 2020, from <https://hbr.org/2020/09/global-supply-chains-in-a-post-pandemicworld>.

Singh, N. P., & Singh, S. (2019). Building supply chain risk resilience. *Benchmarking: An International Journal*, 26(7), 2318–2342.

Subramanian, N., & Abdulrahman, M. D. (2017). Logistics and cloud computing service providers' cooperation a resilience perspective. *Production Planning & Control*, 919–928.

The Centre for Global Enterprise. Digital Supply Chains: A Frontside Flip. https://www.dscinstitute.org/assets/documents/a-frontside-flip_white-paper_english (28 April 2021).

Tukamuhabwa, B.R., Stevenson, M., Busby, J. and Zorzini, M. (2015), “Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study”, *International Journal of Production Research*, Vol. 53 No. 18, pp. 5592-5623.

Van Hoek, R. (2020), “Research opportunities for a more resilient post- COVID-19 supply chain – closing the gap between research findings and industry practice”, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 40 No. 4, pp. 341-355.

Wichmann, P., Brintrup, A., Baker, S., Woodall, P., & McFarlane, D. (2020). Extracting supply chain maps from news articles using deep neural networks. *International Journal of Production Research*, 58(17), 5320–5336.

Wijoyo, S.; Abrianto, B.O.; Aris, M.S.; Nugraha, X.; Frisa, K.A.M. Digital Supply Chain Mechanism in Indonesian Society and Industrialization. *Int. J. Supply Chain Manag.* 2020, 9, 509–518.

Wu, K.-J., Liao, C.-J., Tseng, M.-L., Lim, M. K., Hu, J., & Tan, K. (2017). Toward sustainability: Using big data to explore the decisive attributes of supply chain risks and uncertainties. *Journal of Cleaner Production*, 142, 663–676.

Wu, L., Yue, X., Jin, A. and Yen, D.C. (2016), “Smart supply chain management: a review and implications for future research”, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 27 No. 2, pp. 395-417, doi: 10.1108/IJLM-02-2014-0035.

Zhang, F., Wu, X., Tang, C. S., Feng, T., & Dai, Y. (2020). Evolution of Operations Management Research: From Managing Flows to Building Capabilities. *Production and Operations Management*, 29(10), 2219–2229

Zsidisin, G. A., & Wagner, S. M. (2010). Do perceptions become reality? The moderating role of supply chain resiliency on disruption occurrence. *Journal of Business Logistics*, 1–20.