

De la logistique militaire au Supply Chain Management : évolution historique, transformations industrielles et innovations technologiques

Benkhedda Kaoutar, Doctorante

Laboratoire de Recherche en Management Territorial, Intégré et Fonctionnel
Ecole Nationale de Commerce et de gestion-Oujda
Université Mohamed Premier Oujda, Maroc

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n16p148](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n16p148)

Submitted: 02 June 2025

Accepted: 20 June 2025

Published: 30 June 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Kaoutar, B. (2025). *De la logistique militaire au Supply Chain Management : évolution historique, transformations industrielles et innovations technologiques*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (16), 1148. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n16p148>

Résumé

Cet article retrace de manière chronologique et analytique l'évolution du concept de logistique, depuis ses origines militaires jusqu'à son intégration dans les modèles de gestion contemporaine, marqués par la digitalisation et la globalisation. D'abord fonction tactique destinée à soutenir les armées, la logistique s'est progressivement étendue au domaine économique, devenant un pilier organisationnel des entreprises durant l'ère industrielle. À partir des années 1970, sous l'effet des mutations de la demande, des chocs pétroliers et de la mondialisation, elle se transforme en un système intégré : la chaîne logistique (Supply Chain), puis en gouvernance stratégique via le Supply Chain Management. L'étude met en lumière trois grandes phases d'évolution logistique (séparée, intégrée, coopérée) et souligne l'impact majeur des révolutions industrielles - notamment la 4.0 et 5.0 - sur la refonte des processus logistiques. Enfin, l'analyse présente les catalyseurs technologiques (IA, IoT, Big Data, Blockchain, Cloud, exosquelettes) qui redéfinissent aujourd'hui les paradigmes de performance, de résilience et de durabilité logistique.

Mots-clés : : Logistique, Supply Chain, technologies numériques, industrie 4.0, management stratégique

From military Logistics to Supply Chain Management: Historical Evolution, Industrial Transformations and Technological Innovations

Benkhedda Kaoutar, Doctorante

Laboratoire de Recherche en Management Territorial, Intégré et Fonctionnel
Ecole Nationale de Commerce et de gestion-Oujda
Université Mohamed Premier Oujda, Maroc

Abstract

This article chronologically and analytically traces the evolution of the concept of logistics, from its military origins to its integration into contemporary management models, marked by digitalization and globalization. Initially, a tactical function intended to support armies, logistics gradually expanded into the economic sphere, becoming an organizational pillar of companies during the industrial era. Beginning in the 1970s, driven by shifts in demand, oil shocks, and globalization, it transformed into an integrated system: the supply chain, and then into strategic governance via Supply Chain Management. The study highlights three major phases of logistics evolution (separate, integrated, cooperative) and highlights the major impact of industrial revolutions, particularly 4.0 and 5.0, on the redesign of logistics processes. Finally, the analysis presents the technological catalysts (AI, IoT, Big Data, Blockchain, Cloud, exoskeletons) that are today redefining the paradigms of performance, resilience, and logistics sustainability.

Keywords: Logistics, Supply Chain, digital transformation, industry 4.0, strategic management

Introduction

La logistique constitue une composante essentielle des opérations militaires et commerciales depuis l'Antiquité, témoignant de son rôle déterminant dans l'organisation et la réussite des entreprises humaines. Ses origines remontent à l'armée romaine, qui mit en place les premiers systèmes structurés de gestion des ressources, destinés à assurer l'approvisionnement en vivres, en équipements et en munitions. Ce besoin stratégique de ravitaillement a fondé la logistique en tant que discipline autonome, centrale dans l'expansion de l'Empire romain.

Historiquement centrée sur les enjeux militaires, la logistique s'est progressivement émancipée de ce cadre initial pour investir le champ économique et managérial. À partir du XXe siècle, elle opère un tournant

décisif, devenant une fonction structurante de la gestion d'entreprise. Cette transition marque l'émergence d'une segmentation fonctionnelle intégrant le transport, la gestion des stocks, la distribution physique et plus largement, la coordination de la chaîne d'approvisionnement ou Supply Chain (Ahmed Yahia, 2023 ; Benkhedda et al., 2023).

Parallèlement, l'évolution technologique joue un rôle déterminant dans cette transformation. L'introduction des systèmes d'information et des outils de gestion intégrée a considérablement optimisé les flux logistiques. Des concepts tels que la gestion juste-à-temps (Just-In-Time) ou la planification avancée des ressources ont redéfini les modalités de gestion des flux, contribuant à une efficacité accrue et à une meilleure adaptation à la demande. À cela s'ajoutent les effets de la mondialisation, qui ont favorisé l'extension des réseaux de transport et le développement du commerce international.

Aujourd'hui, la logistique se situe au cœur des dynamiques de l'économie globale. Elle s'appuie sur des technologies de pointe telles que l'intelligence artificielle, la robotique, l'Internet des objets et la blockchain, qui façonnent une nouvelle ère logistique marquée par l'automatisation, la traçabilité et la résilience des chaînes de valeur (El Gadrouri, 2020 ; Rhazzi et al., 2022 ; Benzidia et al., 2023 ; Chaib et al., 2024).

Dans ce contexte, la logistique contemporaine ne cesse d'évoluer, explorant des voies orientées vers l'optimisation de la valeur perçue par le client, par la qualité, la rapidité, la flexibilité et l'efficacité des services (El Bahi, 2021). Le présent travail s'inscrit dans une démarche d'analyse diachronique, visant à retracer les principales transformations de la logistique, depuis ses racines militaires jusqu'à sa structuration actuelle en tant que système intelligent et intégré.

La problématique centrale que nous abordons est la suivante : **Quelles sont les mutations majeures qui ont marqué l'évolution historique de la logistique, depuis ses origines militaires jusqu'à l'ère numérique ?** Afin d'y répondre, nous avons structuré notre analyse en trois sections principales : La première section est consacrée à l'étude de l'évolution historique de la logistique, en mettant en lumière son enracinement dans les stratégies militaires et son intégration progressive dans les structures économiques et industrielles. La deuxième section s'attache à examiner l'émergence et la consolidation du concept de Supply Chain Management, perçu comme une transformation stratégique de la fonction logistique dans un environnement globalisé et compétitif. Enfin, la troisième section explore les mutations contemporaines impulsées par les révolutions industrielles successives, avec un accent particulier sur les apports technologiques récents (logistique 4.0 et 5.0) et les enjeux futurs de la discipline.

L'évolution historique de la logistique **Évolution de la logistique dans les systèmes militaires**

La logistique puise ses origines dans les stratégies militaires de l'Antiquité, où la gestion rigoureuse des ressources conditionnait le succès ou l'échec des campagnes. Les plus grands stratèges de l'histoire — Sun Tzu, Alexandre le Grand, Jules César, Napoléon Bonaparte — ont rapidement compris que la supériorité tactique ne pouvait être atteinte sans une organisation logistique efficace.

Dès le IV^e siècle avant J.-C., Sun Tzu, dans *L'Art de la guerre*, souligne que « ...une armée sans chariots d'approvisionnement, ni céréales, ni provisions, est perdue », insistant ainsi sur la centralité des moyens de subsistance pour la survie et l'efficacité militaire (Noël, 2019 ; Ortholan, 2022). Alexandre le Grand, quant à lui, adoptait une approche radicale en ordonnant à ses troupes de brûler les chariots superflus pour accroître leur mobilité et leur agilité tactique, anticipant ainsi des principes modernes d'optimisation logistique (Oubaouzine, 2023). De son côté, Jules César a structuré un système logistique avancé basé sur la construction de routes, de camps fortifiés (*castra*) et sur l'instauration du rôle de *logista*, chargé de la planification des marchés, des campements et du ravitaillement (Aboussaad, 2009).

L'ère napoléonienne illustre les risques d'une logistique défaillante : la campagne de Russie en 1812 s'est soldée par un désastre en raison d'un ravitaillement mal planifié et de l'isolement progressif des troupes, soulignant l'importance d'une planification logistique robuste dans les environnements hostiles (Colin, 1996; Le Moigne, 2017 ; Rouquet, 2018 ; Bruyère-Ostells, 2024).

Un tournant décisif dans l'histoire logistique militaire s'opère au cours de la Première Guerre mondiale, avec l'extension des zones de combat et l'éloignement croissant des bases d'approvisionnement. L'introduction du chemin de fer, véritable colonne vertébrale logistique de l'époque, a profondément restructuré les opérations de ravitaillement (Desplantes, 1995). Dès 1917, le développement du transport routier par poids lourds et automobiles diversifie les moyens logistiques, offrant une flexibilité accrue mais entraînant une dépendance nouvelle vis-à-vis des carburants. Cette nécessité donne naissance au « service des Essences », entité spécialisée dans la gestion des carburants (Aboussaad, 2009).

La Seconde Guerre mondiale (1939–1945) constitue une étape d'extension sans précédent du périmètre logistique. Les armées doivent alors maîtriser simultanément les transports terrestre, maritime et aérien, tout en assurant un approvisionnement continu sur plusieurs fronts. Cette complexité stimule l'essor de la recherche opérationnelle appliquée à la logistique

militaire, visant à optimiser la gestion des ressources, des stocks et des flux en contexte de guerre.

L'opération Overlord plus connue sous le nom de débarquement de Normandie constitue une démonstration magistrale d'une planification logistique intégrée. Le général Eisenhower orchestre une mobilisation logistique inédite pour contrer la supériorité aéronavale allemande. Préalablement au débarquement, les lignes de ravitaillement ennemies sont ciblées par des frappes aériennes stratégiques. Ensuite, 7400 navires, appuyés par 3000 bâtiments supplémentaires, permettent le déploiement de 150 000 soldats sur les côtes normandes, en coordination avec 14 000 parachutistes et troupes aéroportées (Didast, 2023). Comme le souligna le général de Gaulle : « *c'est en respectant la logistique que le général Eisenhower mena jusqu'à la victoire la machinerie des armées du monde libre* » (Colin, 2013).

C'est ainsi qu'émerge le concept de stratégie logistique militaire, désormais reconnu comme levier décisif de la supériorité opérationnelle.

L'infiltration de la logistique dans l'entreprise : l'éveil post-guerre

À la suite de la Seconde Guerre mondiale, l'économie mondiale entre dans une phase de transformation structurelle profonde, marquée par la reconstruction industrielle et une forte croissance économique. Durant les trois décennies suivantes, connues sous l'appellation des « Trente Glorieuses », les entreprises, souvent en situation de quasi-monopole dans les secteurs clés, bénéficient d'un pouvoir de marché considérable. Cette situation leur permet de fixer les prix, de déterminer unilatéralement les délais de livraison et de définir les modalités de distribution, indépendamment des attentes différenciées des consommateurs.

Cependant, les crises pétrolières des années 1970 et l'essor de la mondialisation viennent bouleverser ce paradigme. Les entreprises sont désormais confrontées à une nouvelle configuration de marché où la demande devient plus volatile, plus personnalisée et concurrentielle. Dans ce contexte, les décideurs se tournent vers les méthodes logistiques éprouvées par les armées alliées durant le conflit mondial, perçues comme des leviers potentiels d'efficacité et d'agilité (Nouschi, 2014 ; El Bahi et al., 2021).

Le premier domaine à intégrer les principes logistiques dans les pratiques managériales est celui du marketing. Avec le développement du *Marketing Mix* ou *Plan de Marchéage* articulé autour des « 4P » (Produit, Prix, Promotion, Place), la question de la distribution physique devient centrale. En effet, l'absence de disponibilité physique du produit sur le lieu de consommation rend caduques les autres efforts marketing (Lièvre, 2007). Dans cette optique, les professionnels du marketing adoptent les principes militaires de gestion des stocks et du transport afin de renforcer leur réactivité face aux fluctuations du marché. Le marketing a donc servi de pont entre les

exigences du marché et l'héritage logistique militaire (Fadel, 2019 ; El Bahi et al., 2021).

Cette première approche logistique, qualifiée de *logistique aval* ou *logistique de distribution*, se concentre essentiellement sur les flux sortants (entreposage, transport, livraison). Toutefois, la complexité croissante des chaînes de production conduit progressivement à intégrer les flux entrants, ou *logistique amont*. C'est dans ce cadre que le National Council of Physical Distribution Management (NCPDM), créé en 1962, élargit la définition de la logistique pour inclure l'ensemble des activités nécessaires au déplacement efficace des produits finis, tout en reconnaissant bien que marginalement le rôle des matières premières. Il y associe des fonctions telles que le transport, l'entreposage, la manutention, le traitement des commandes, les prévisions de marché et le service client (Lièvre, 2007 ; Médan et al., 2007 ; Akbari Jokar et al., 2002 ; Noureddine et al., 2023).

L'approche classique évolue radicalement avec les travaux de Magee (1968), qui propose une vision élargie intégrant les flux d'approvisionnement, la production, et la consommation finale. Selon lui, la logistique est une « *technique de contrôle et de gestion des flux des matières et des produits depuis leur source d'approvisionnement jusqu'à leur point de consommation* ». Cette conception est reprise et approfondie par le NCPDM en 1972, qui introduit pour la première fois une dimension intégrée et systémique de la logistique. La nouvelle définition intègre des fonctions complémentaires : gestion des retours, gestion des pièces détachées, coordination des transports, recyclage des matériaux, et traitement des produits non conformes (Paché, 2000).

À partir de 1973, James Heskett isole la logistique comme une discipline autonome au sein des sciences de gestion, en soulignant ses implications stratégiques et organisationnelles (Heskett, 1973 ; 1978). Cette reconnaissance académique stimule une dynamique de recherche et de publication aux États-Unis, contribuant à la diffusion des théories logistiques dans la sphère managériale (Benrezzouq, 2008).

Dans les années 1980, les apports de Michael Porter consolident cette évolution. Par le biais de son modèle de la chaîne de valeur, Porter positionne la logistique comme une activité stratégique, directement liée à la création de valeur pour le client et à l'avantage concurrentiel. En parallèle, l'intégration des systèmes d'information transforme la gestion des flux, amorçant une véritable révolution informationnelle dans le domaine logistique (Lièvre, 2007 ; Aboussaad, 2009).

En 1986, le NCPDM devient le *Council of Logistics Management* (CLM) et redéfinit la logistique comme une fonction intégrée à la chaîne logistique (*Supply Chain*). Cette redéfinition insiste sur la planification, l'exécution et le contrôle des flux physiques et informationnels, du point

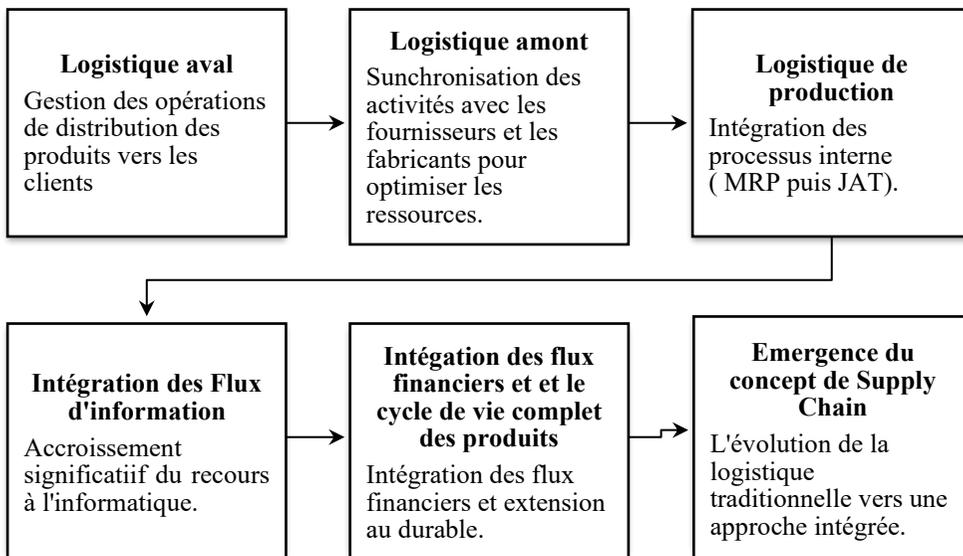
d'origine au point de consommation, dans le but de satisfaire les exigences des clients. L'introduction du concept d'« information » comme ressource stratégique marque une rupture avec les approches antérieures centrées uniquement sur les flux physiques.

La décennie suivante marque une nouvelle étape avec la création de l'*Institute of Logistics* en 1993, qui propose une vision managériale et stratégique de la logistique. Celle-ci est désormais définie comme « *le management stratégique d'une chaîne logistique* », englobant à la fois les flux matériels, informationnels, et la coordination inter-organisationnelle.

En 1996, les travaux de Tixier, Mathe et Colin institutionnalisent cette évolution en définissant la logistique comme « *le processus stratégique par lequel l'entreprise organise et soutient son activité* », intégrant les flux internes et externes, en amont comme en aval. En 1998, *The Logistics Institute* pousse plus loin cette conceptualisation en y intégrant les flux financiers ainsi que le cycle de vie complet du produit, du sourcing initial jusqu'au recyclage final (Lièvre, 2007).

Ces redéfinitions successives traduisent une montée en complexité et une extension fonctionnelle de la logistique, qui ne se limite plus aux aspects opérationnels. Elles annoncent également l'émergence d'un nouveau paradigme organisationnel : celui de la Supply Chain, ou chaîne logistique, envisagée comme un système global, interconnecté et piloté de manière stratégique. Cette évolution peut être modélisée à travers le schéma suivant :

Figure 1 : Evolution de la logistique vers la Supply Chain



Source : Élaboré par les auteurs

Le schéma met en évidence la transition d'une logistique traditionnellement orientée vers l'optimisation des flux physiques notamment le stockage, le transport, l'entreposage et la distribution vers une logique systémique, plus large et interconnectée : celle de la chaîne logistique, ou *Supply Chain*. Cette évolution témoigne d'un changement de paradigme, où la logistique ne se limite plus à une fonction opérationnelle, mais s'intègre à un réseau collaboratif d'acteurs internes et externes.

Ce nouveau modèle prend en compte des impératifs multidimensionnels (économiques, technologiques, sociaux et environnementaux) et encourage une coordination renforcée entre les partenaires de la chaîne de valeur : fournisseurs, prestataires logistiques, distributeurs, détaillants et clients finaux. Il s'agit d'un passage d'une logique de flux à une logique de réseau.

De la Logistique d'entreprise au Supply Chain Management Analyse de l'évolution de la Supply Chain vers le SCM

Depuis la Seconde Guerre mondiale, le domaine de la logistique a connu une transformation progressive mais profonde, marquée par une série d'évolutions qui ont redéfini ses contours conceptuels, ses fonctions et ses objectifs. D'abord perçue comme une fonction essentiellement opérationnelle, la logistique s'est progressivement élargie pour embrasser une vision systémique, donnant naissance au concept de *Supply Chain*, puis à celui de *Supply Chain Management* (SCM), qui en constitue l'expression stratégique la plus aboutie (Benrezzouq, 2008).

Pour comprendre cette mutation, il est fondamental d'examiner l'évolution du marché, moteur principal de ces transformations logistiques. Akbari Jokar, Frein et Dupont (2002) ont proposé une typologie reposant sur trois phases clés, chacune correspondant à un contexte historique particulier et traduisant une approche logistique spécifique : la logistique séparée, la logistique intégrée, et la logistique coopérée.

La logistique séparée (avant 1975) : Cette phase s'inscrit dans le contexte des Trente Glorieuses (1950–1975), une période caractérisée par une forte croissance économique et une demande largement supérieure à l'offre. Les entreprises évoluent alors dans un environnement peu concurrentiel, dominé par la production de masse et la standardisation des biens. La priorité est accordée aux volumes, au détriment de la qualité et de la personnalisation des produits. Sur le plan organisationnel, les fonctions logistiques sont compartimentées selon une logique taylorienne. Les départements d'approvisionnement, de production et de distribution opèrent en silos, sans coordination ni échanges transversaux. Chaque service cherche à optimiser ses propres performances, souvent au détriment de la performance globale. Cette fragmentation engendre des conflits internes, des délais de livraison

imprévisibles, une accumulation de stocks excédentaires, et une inefficience structurelle (Mouhsine et al., 2023).

La logistique intégrée (1975-1990) : La saturation progressive des marchés, la montée en puissance du pouvoir du consommateur et l'émergence des technologies de l'information induisent une transformation majeure. Les entreprises doivent désormais répondre à une demande plus exigeante, variée et informée. La logique d'indépendance fonctionnelle cède la place à une approche collaborative entre les différentes fonctions logistiques internes : approvisionnement, production, stockage, distribution. Cette dynamique donne naissance à des philosophies organisationnelles innovantes telles que le *Just-in-Time* (JAT), les systèmes flexibles de production (FMS), le *Total Quality Management* (TQM), ou encore les outils de planification comme le MRP I et MRP II. Ce passage d'un modèle conflictuel vers un modèle coopératif que Colin (1996) désigne par le terme de *choc logistique* marque le début de l'intégration des flux internes et du partage d'informations. Parallèlement, sous l'effet d'une concurrence mondiale croissante, les entreprises sont amenées à élargir cette logique collaborative à l'ensemble de leur écosystème. Cette ouverture débouche sur l'émergence du concept de *chaîne logistique*, qui dépasse les frontières organisationnelles pour intégrer fournisseurs, sous-traitants, distributeurs et clients finaux (Chabel, 2016).

La logistique Coopérée (à partir des 1990) : Depuis les années 1990, les environnements économiques sont marqués par une instabilité croissante, une forte intensité concurrentielle, une accélération des cycles de vie des produits et une offre devenue supérieure à la demande. Dans ce contexte, les entreprises adoptent des partenariats stratégiques avec les différents acteurs de leur chaîne de valeur : fournisseurs, distributeurs, voire concurrents. Ces alliances logistiques favorisent l'émergence de systèmes d'information logistiques (SIL), essentiels pour coordonner les activités inter-organisationnelles. La concurrence ne s'exerce plus entre entreprises isolées, mais entre chaînes logistiques entières. Cette nouvelle réalité repose sur des principes-clés tels que la transparence, la synchronisation, la confiance et la mutualisation de l'information (prévisions, niveaux de stocks, données client). Elle engendre une nouvelle forme de gouvernance logistique, souvent désignée sous plusieurs appellations équivalentes : *logistique coopérée*, *logistique intégrée*, *gestion de la chaîne logistique*, ou encore *Supply Chain Management* (SCM). Ce modèle implique une coordination étroite et continue entre les partenaires, un alignement stratégique des objectifs (qualité, coûts, délais) et l'usage d'outils technologiques communs tels que les progiciels ERP, les étiquettes RFID, ou les plateformes collaboratives (Akbari et al., 2002 ; El Bakkouri, 2021 ; Chabel, 2016).

En somme, les mutations successives des marchés impulsées par la mondialisation, l'essor des technologies de l'information et les exigences

accrues des consommateurs ont profondément redéfini la fonction logistique. D'un rôle opérationnel cloisonné, elle a évolué vers une logique intégrative, transversale et stratégique.

Le passage de la logistique traditionnelle au Supply Chain Management représente bien plus qu'une simple évolution terminologique : il symbolise une transformation du mode de gouvernance des flux, reposant sur la coopération, la co-construction de valeur et la gestion globale des réseaux d'acteurs. La section suivante s'attachera à clarifier les distinctions conceptuelles entre les notions de logistique, de chaîne logistique, et de Supply Chain Management.

Clarification des distinction : Logistique, Supply Chain et Supply Chain Management

La littérature spécialisée met en évidence des distinctions conceptuelles nettes entre les notions de logistique, de chaîne logistique (*Supply Chain*) et de gestion de la chaîne logistique (*Supply Chain Management* ou SCM). Bien qu'interconnectées, ces notions correspondent à des niveaux d'analyse, de responsabilités et de finalités distincts.

La logistique renvoie principalement à la gestion opérationnelle des flux physiques et d'informations associés, depuis l'approvisionnement jusqu'à la livraison du produit fini au client. Elle comprend notamment le choix des modes de transport, la gestion des stocks, l'entreposage, le conditionnement et le traitement des commandes. Elle s'inscrit dans une logique d'exécution visant à assurer l'efficacité, la ponctualité et la fiabilité des flux à l'intérieur de l'organisation.

La chaîne logistique (*Supply Chain*) désigne, quant à elle, un système élargi, constitué de l'ensemble des acteurs impliqués dans le processus de transformation et de distribution d'un produit, depuis la source initiale des matières premières jusqu'au consommateur final. Elle intègre les fournisseurs, les sous-traitants, les fabricants, les prestataires logistiques, les distributeurs et les clients. Contrairement à la logistique, elle adopte une approche structurelle, intégrant les relations inter-organisationnelles, les flux d'information, les flux financiers et les contraintes environnementales (Saikouk & Spalanzani, 2018).

Le Supply Chain Management représente l'étape la plus aboutie de cette évolution. Il ne se limite pas à la simple coordination fonctionnelle des opérations logistiques, mais repose sur une gouvernance stratégique de l'ensemble de la chaîne logistique. Le SCM vise à synchroniser les processus inter-organisationnels, à optimiser les coûts de manière collaborative, à gérer les risques de manière concertée et à créer de la valeur partagée entre les différents maillons du réseau (Barykin et al., 2020). Dans cette perspective, les partenaires ne sont plus de simples fournisseurs ou clients, mais des co-acteurs stratégiques réunis autour d'objectifs communs (qualité, performance,

durabilité, innovation) (Mounaim, 2021). Le tableau ci-dessous synthétise les distinctions entre ces trois concepts:

Tableau 2 : Tableau comparatif des concepts de logistique, Chaîne logistique et Supply Chain Management

Facteur	Logistique	Chaîne logistique	Supply Chain Management
Portée	Gestion des flux physiques (transport, entreposage, distribution)	Intégration des flux physiques, informationnels, financiers, et relationnels	Gouvernance stratégique de l'ensemble des flux et relations
Approche	Opérationnelle	Structurelle	Stratégique et collaborative
Objectif	Exécution efficace des opérations logistiques	Coordination des acteurs et optimisation des flux	Création de valeur partagée, résilience, performance globale
Horizon temporel	Court terme (tâches quotidiennes)	Moyen terme (optimisation des processus)	Long terme (vision stratégique, transformation)

Source : Réalisé par nos soins à partir de la littérature spécialisée (Saikouk & Spalanzani, 2018 ; Mounaim, 2021 ; Barykin et al., 2020)

Évolution de la logistique traditionnelle vers la logistique 5.0

Logistique et révolution industrielle

Cette section retrace l'évolution historique de la logistique à travers le prisme des révolutions industrielles, depuis l'essor de la mécanisation au XVIIIe siècle jusqu'aux dynamiques actuelles de digitalisation et d'automatisation intelligente. Chaque phase de mutation industrielle a constitué un vecteur de transformation majeur pour les pratiques logistiques, redéfinissant à la fois les structures productives et les modalités de gestion des flux (Sharma et al, 2020).

Première révolution industrielle (1760–1840)

La première révolution industrielle, amorcée à la fin du XVIIIe siècle en Grande-Bretagne, repose sur des innovations fondamentales : la mécanisation de la production, l'exploitation massive du charbon, l'invention de la machine à vapeur, ainsi que le développement du chemin de fer et des bateaux à vapeur. Ces avancées techniques ont profondément modifié les systèmes de transport, permettant une circulation plus rapide, fiable et étendue des marchandises. Cette transition marque le passage d'une économie agraire à un modèle de production industrielle mécanisée, posant les premiers jalons de la logistique moderne (Szmrecsányi, 1996 ; Brasseur, 1998 ; Abdoulaye, 2024).

Deuxième révolution industrielle (1870–1914)

La deuxième révolution industrielle se caractérise par l'exploitation du pétrole, l'avènement du moteur à combustion, l'électrification des usines et les progrès de l'industrie chimique. Elle inaugure l'ère de la production de masse, rendue célèbre par la mise en œuvre, en 1913, de la chaîne de montage par Henry Ford. Cette phase transforme profondément les systèmes productifs et logistiques, en standardisant les flux de production, en structurant la distribution à grande échelle et en augmentant les exigences en matière de coordination, de stockage et de transport.

Troisième révolution industrielle (années 1960–1990)

Également qualifiée de révolution numérique ou informatique, cette phase est impulsée par l'apparition des semi-conducteurs, des ordinateurs (années 1960), des micro-ordinateurs (années 1970-1980) et de l'Internet dans les années 1990. Elle marque une rupture majeure dans la gestion logistique grâce à l'introduction des systèmes de gestion d'entrepôt (*Warehouse Management Systems*), des technologies de traçabilité (codes-barres, RFID), et des logiciels de planification (ERP, MRP). Ces innovations permettent une automatisation croissante des opérations, une meilleure prévision de la demande, ainsi qu'un suivi en temps réel des flux logistiques (Fontanel, 2020).

Quatrième révolution industrielle (depuis les années 2010) – Industrie 4.0

La quatrième révolution industrielle, désignée sous le nom d'**Industrie 4.0**, repose sur la convergence des technologies numériques, physiques et biologiques. Elle intègre l'Internet des objets (IoT), la fabrication intelligente (*smart manufacturing*), l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique, le *Big Data* et les systèmes cyber-physiques. Dans le domaine de la logistique, cette révolution permet une gestion connectée, prédictive et adaptative des chaînes d'approvisionnement, offrant une visibilité en temps réel sur l'ensemble du réseau logistique (Mounaim, 2021).

La logistique 4.0 se distingue par une automatisation intelligente, une interopérabilité des systèmes et une collaboration étroite entre les machines et les opérateurs humains. Chaque entreprise, quelle que soit sa taille ou son secteur, est confrontée à la nécessité de garantir la connectivité, la rapidité d'accès aux données, et la capacité à réagir en temps réel à des aléas complexes et fluctuants (Guennoun et al., 2023 ; Derrouiche et al., 2024).

Cinquième révolution industrielle (depuis les années 2020) – Industrie 5.0

L'Industrie 5.0, en émergence depuis les années 2020, introduit une nouvelle dimension à la transformation industrielle. Contrairement à Industrie 4.0, axée sur la technologie et l'automatisation, l'Industrie 5.0 remet l'humain au centre du système productif. Elle s'inscrit dans une logique de durabilité,

de résilience et d'inclusion sociale, répondant aux préoccupations croissantes liées aux impacts sociaux et environnementaux des technologies avancées (Maddikunta et al., 2022 ; Müller, 2020; Wolniak, 2023).

La Commission européenne identifie trois piliers fondamentaux de cette nouvelle approche (European Commission, 2021) :

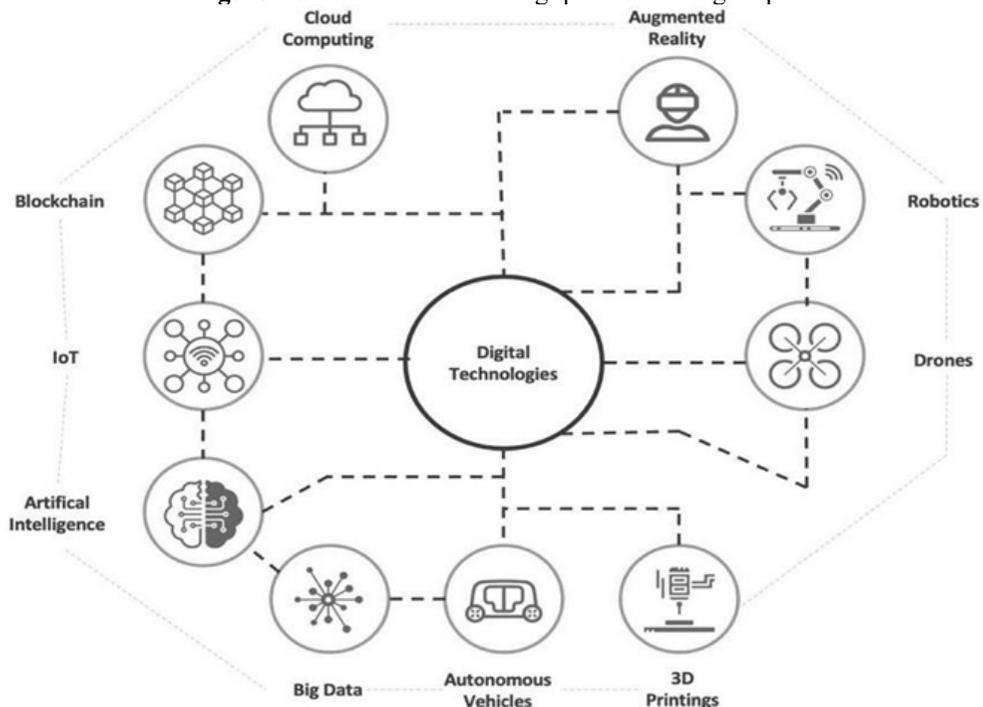
- La diversité et l'inclusion des besoins humains ;
- La durabilité environnementale ;
- La résilience face aux perturbations globales.

Comme le soulignent Goujon et al. (2023), l'Industrie 5.0 n'est pas une rupture technologique, mais une extension éthique et sociétale de l'Industrie 4.0. Elle vise à intégrer les nouvelles technologies dans une perspective holistique, orientée vers le bien-être des individus, des organisations et de la planète.

Les catalyseurs technologiques de la logistique

Avant l'ère numérique, la logistique reposait essentiellement sur le savoir-faire humain, des procédures manuelles et des outils rudimentaires. Toutefois, ces dernières décennies, le secteur a connu un essor technologique sans précédent, catalysé par l'émergence d'innovations majeures telles que l'intelligence artificielle, la robotique, les systèmes autonomes, les objets connectés, ou encore la blockchain (Boulitama et al., 2025).

Figure 2 : Innovations technologiques dans la logistique



Source : Boulitama et al., 2025

La maîtrise de ces technologies représente aujourd'hui un enjeu stratégique majeur pour les entreprises, car elles redéfinissent en profondeur les paradigmes de fonctionnement de la chaîne logistique (Guenfoudi et al., 2020). Parmi les innovations les plus impactantes, on peut citer :

- **L'Internet des objets (IoT) :** L'Internet des objets (*Internet of Things* – IoT) désigne un réseau d'objets physiques dotés de capteurs, d'actuateurs, de logiciels et de connectivité leur permettant de collecter et d'échanger des données via Internet. Le terme fut introduit en 1999 par le technologue britannique Kevin Ashton, dans le contexte d'une application RFID pour la chaîne d'approvisionnement de Procter & Gamble. Depuis, le concept a largement évolué pour englober un écosystème complet d'acteurs : fabricants de capteurs, intégrateurs de solutions, fournisseurs de plateformes logicielles et opérateurs de réseaux (Gubbi et al., 2013 ; Wang et al., 2018).

Dans le domaine logistique, l'IoT représente un levier stratégique d'optimisation des chaînes d'approvisionnement. Il permet de suivre en temps réel les expéditions de marchandises, grâce à la géolocalisation GPS, à la RFID et à des réseaux à faible consommation d'énergie (LoRa, NB-IoT). L'IoT facilite également la surveillance des conditions environnementales (température, humidité, vibrations) tout au long du transport et de l'entreposage. Cette capacité de contrôle continu contribue à prévenir les dégradations, à maintenir la qualité des produits sensibles, et à automatiser les alertes logistiques en cas d'anomalie (Mounaim, 2021 ; Mansouri et al., 2025).

À titre d'exemple, Wang et al. (2018) ont démontré que l'usage de capteurs IoT embarqués dans les véhicules de transport permet la détection en temps réel de variations inappropriées de température ou d'humidité. Ces écarts déclenchent automatiquement des alertes à destination des responsables logistiques, permettant ainsi une réaction immédiate et une réduction significative des pertes ou détériorations.

- **La chaîne de blocs (Blockchain) :** La blockchain, ou chaîne de blocs, est une technologie de stockage et de transmission de données décentralisée, transparente et sécurisée. Son fonctionnement repose sur un registre distribué dans lequel chaque transaction est enregistrée de manière chronologique, vérifiée par un réseau de nœuds, puis chiffrée sous forme de blocs liés entre eux. Sa particularité réside dans l'absence d'une autorité centrale de contrôle, ce qui confère au système une résilience, une immutabilité et une confiance accrues (Leloup, 2017 ; Bajolle et al., 2021 ; Lesueur-Cazé et al., 2023 ; Benbachir et al., 2023).

Historiquement liée à l'émergence des crypto-monnaies telles que le Bitcoin, cette technologie est désormais utilisée dans de nombreux

secteurs, dont la logistique. Elle permet d'enregistrer des informations de manière infalsifiable, rendant extrêmement difficile toute tentative de modification, de fraude ou de falsification (Mounaim, 2021).

Dans le cadre de la chaîne logistique, la blockchain offre des fonctionnalités clés en matière de traçabilité, transparence et sécurisation des échanges. Chaque acteur de la chaîne (fournisseur, transporteur, distributeur, client) détient une copie synchronisée et horodatée des données, garantissant une vision partagée et fiable des flux, de l'origine du produit jusqu'à sa destination finale (Saberri et al., 2019).

Un exemple emblématique est celui de l'entreprise De Beers, qui a intégré la blockchain dans son processus de certification afin de garantir aux consommateurs la provenance éthique et authentique des diamants, assurant ainsi une transparence totale sur l'ensemble du cycle d'approvisionnement (Fosso Wamba et al., 2020).

- **Le Big Data (ou méga données) et analyse :** Le concept de Big Data, ou méga-données, a été popularisé dans les années 1990 par John Mashey, informaticien chez Silicon Graphics (Diebold, 2019 ; Nesvijevskaia, 2020). Il désigne l'ensemble des données massives, complexes et hétérogènes générées à une vitesse exponentielle à partir de sources variées telles que les réseaux sociaux, les plateformes de commerce électronique, les capteurs connectés, les moteurs de recherche ou encore les dispositifs mobiles.

Ces données peuvent être :

- Structurées (ex. : bases relationnelles),
- Semi-structurées (ex. : formats XML, JSON),
- Non structurées (ex. : textes, images, vidéos, sons, logos).

Les systèmes de gestion traditionnels comme les SGBDR ou les requêtes SQL sont rapidement dépassés par ces volumes, d'où le recours à des technologies avancées de traitement et d'analyse (Zouhri, 2016 ; Bourany, 2018).

Laney (2001) a identifié trois caractéristiques fondamentales du Big Data, connues sous l'acronyme des 3V :

- **Volume :** la quantité massive de données générées quotidiennement ;
- **Vélocité :** la rapidité avec laquelle ces données sont produites, collectées et traitées ;
- **Variété :** la diversité des formats et des sources (Ghanouane et al., 2020).

Ces dimensions ont ensuite été étendues à 5V, en intégrant : **véracité** (la fiabilité, la précision et la qualité des données) et **valeur** (les retombées concrètes que les entreprises peuvent tirer de l'analyse de ces données).

Dans le secteur logistique, l'exploitation du Big Data permet d'extraire des modèles comportementaux, de détecter des tendances émergentes, d'anticiper les perturbations et d'optimiser la prise de décision. Il constitue ainsi un levier stratégique de compétitivité, en renforçant la réactivité, la personnalisation et la qualité de service (Mounaim, 2021 ; Abdoulaye et al., 2024).

À titre illustratif, Tan et al. (2015) soulignent que le Big Data permet de :

- Renforcer la traçabilité des produits dans la chaîne logistique,
- Réduire les délais de livraison,
- Optimiser les coûts opérationnels,
- Améliorer la satisfaction client.

Ainsi, l'analyse des méga-données transforme profondément la logistique, en lui conférant une dimension prédictive et adaptative, essentielle dans un environnement incertain et globalisé (El Gadrouri, 2020).

- o **Le Cloud Computing (ou Cloud) :** Le Cloud Computing, ou informatique en nuage, désigne un modèle technologique permettant d'accéder à la demande à des ressources informatiques (serveurs, bases de données, logiciels, outils de stockage) via Internet. La première conceptualisation de cette approche remonte aux années 1960, lorsque John McCarthy, pionnier de l'intelligence artificielle, proposa l'idée d'une « informatique utilitaire », une vision selon laquelle la puissance informatique serait distribuée comme l'électricité, accessible à tous sous forme de service public. Il anticipait ainsi le paradigme du cloud moderne, affirmant que « *dans le futur, l'informatique deviendra un service organisé, accessible au public* » (Rivard, 2012 ; Zouhri et al., 2016; Taleb, 2022).

Ce concept a connu plusieurs phases d'évolution jusqu'à atteindre aujourd'hui un niveau de maturité technologique élevé, reposant sur des infrastructures virtualisées, facturées à l'usage (modèle à la demande), évolutives, et accessibles en tout lieu grâce à la connectivité Internet (Hafnaoui, 2022 ; Sabouk et al., 2022).

Dans le domaine de la logistique, le Cloud Computing constitue un levier d'agilité opérationnelle et de flexibilité stratégique. Il permet aux entreprises de se recentrer sur leur cœur d'activité en externalisant les fonctions de traitement et de gestion des données logistiques. L'adoption du cloud facilite la mise en service rapide d'applications collaboratives, améliore la coordination inter-entreprises, et réduit les charges de maintenance liées aux systèmes d'information internes (Mounaim, 2021).

Plus encore, le cloud permet de répondre efficacement aux nouvelles exigences des chaînes logistiques contemporaines, telles que :

- La visibilité de bout en bout des processus.
- La volatilité des marchés.
- La croissance exponentielle des volumes de données.
- L'interopérabilité entre les partenaires.

Selon Mounaim (2021), « *le Cloud Computing permet aux entreprises d'externaliser de manière flexible leurs logiciels logistiques, de réduire les délais de déploiement applicatif, et de s'adapter aux mutations digitales qui redéfinissent les réseaux d'approvisionnement traditionnels* ».

- o **L'intelligence artificielle (IA)** : L'histoire de l'intelligence artificielle (IA) remonte aux travaux fondateurs de Warren McCulloch et Walter Pitts, qui en 1943 publièrent l'article *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*. Ils y proposaient le premier modèle mathématique de réseau de neurones artificiels, ouvrant ainsi la voie à une modélisation computationnelle des processus cognitifs (Alsaïdi, 2023).

En 1951, Marvin Minsky et Dean Edmonds développèrent le SNARC, considéré comme le premier réseau de neurones artificiels fonctionnel. En parallèle, Alan Turing posait les bases philosophiques de l'IA dans son célèbre article *Computing Machinery and Intelligence*, introduisant le test de Turing, critère visant à évaluer la capacité d'une machine à simuler l'intelligence humaine (Véry et al., 2019).

Le concept d'« intelligence artificielle » fut officiellement formalisé en 1956 par John McCarthy lors de la conférence de Dartmouth, événement considéré comme l'acte de naissance académique de la discipline (Leveau-Vallier, 2023). McCarthy y proposa une définition structurante : « *L'intelligence artificielle est la science et l'ingénierie de la fabrication de machines intelligentes, en particulier de programmes informatiques intelligents* » (Marcus, 2018).

Dans le domaine de la logistique, l'IA constitue une révolution fonctionnelle et stratégique. Elle permet l'automatisation des processus décisionnels, l'optimisation dynamique des flux, l'anticipation des perturbations, ainsi que la planification prédictive. Ses applications vont de la maintenance prévisionnelle à la gestion intelligente des stocks, en passant par la simulation de scénarios de crise.

Selon une étude de McKinsey & Company, l'intégration de l'IA dans le secteur logistique pourrait générer entre 1,3 et 2 milliards de dollars de valeur économique par an, en réduisant les coûts, en fluidifiant les opérations et en améliorant la performance globale des réseaux d'approvisionnement (Mounaim, 2021). En effet, grâce à sa capacité à

traiter des volumes massifs de données en temps réel, l'IA permet une prise de décision plus rapide, plus fiable et mieux adaptée aux environnements complexes et instables (Ghoubach et al., 2024).

- **Les exosquelettes** : Les exosquelettes sont des dispositifs mécatroniques portés par l'utilisateur, conçus pour soutenir ou renforcer ses capacités physiques lors de l'exécution de tâches répétitives ou pénibles. L'une des définitions techniques les plus couramment admises les décrit comme un « système d'assistance porté et contrôlé par l'humain, destiné à compenser son poids, une charge ou à amplifier un effort, en intégrant uniquement des contrôles bas niveau » (Lee et al., 2012, cité par Voilqué, 2020). Une autre définition les qualifie de « structures externes revêtues par l'opérateur pour lui apporter une aide physique dans l'exécution de ses tâches et l'accompagner dans ses mouvements » (Gallet, 2023).

Dans le secteur industriel et logistique, ces équipements s'imposent comme des solutions prometteuses pour réduire la pénibilité du travail, prévenir les troubles musculo-squelettiques (TMS) et prolonger l'employabilité des travailleurs. Selon Mounaim (2021), les TMS représentent un coût économique considérable pour les entreprises, à travers les arrêts de travail, les dépenses médicales et le renouvellement du personnel. L'usage d'exosquelettes contribue à diminuer significativement les douleurs lombaires, cervicales et articulaires, notamment chez les opérateurs sollicités physiquement.

Par ailleurs, ces dispositifs représentent une réponse aux contraintes liées au vieillissement de la population active. Ils permettent aux travailleurs âgés ou fragilisés de maintenir leur productivité sans compromettre leur santé, tout en répondant à l'intensification des rythmes de traitement des commandes, dans un contexte de croissance exponentielle du e-commerce.

Sur le plan logistique, les exosquelettes sont de plus en plus intégrés dans les entrepôts automatisés, notamment pour des tâches de manutention, de prélèvement ou de conditionnement. Ils permettent de limiter la fatigue musculaire liée aux efforts prolongés, d'améliorer l'ergonomie des postes de travail, et de réduire les risques d'accidents professionnels (Schröder Jakobsen et al., 2024).

Ainsi, les exosquelettes s'inscrivent dans une démarche globale de logistique augmentée, conjuguant innovation technologique, sécurité au travail et performance humaine.

Conclusion

Au terme de cette étude théorique consacrée à l'évolution historique du concept de logistique, plusieurs constats fondamentaux peuvent être

dégagés. D'une fonction tactique d'origine militaire centrée sur le ravitaillement des troupes, la logistique s'est progressivement transformée en un levier stratégique de performance globale pour les entreprises modernes. Cette transition s'est opérée à la faveur des grandes mutations économiques, technologiques et sociales ayant marqué les révolutions industrielles successives.

La logistique contemporaine dépasse désormais la simple gestion des flux physiques pour embrasser des dimensions informationnelles, technologiques, relationnelles et environnementales. Elle assure la planification, la coordination et le pilotage des flux de matières, de produits et d'informations à travers l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis le fournisseur initial jusqu'au client final. Ce système intégré s'illustre notamment par le développement du Supply Chain Management, qui formalise une gouvernance collaborative, agile et orientée vers la création de valeur partagée.

Les innovations technologiques récentes telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets, le Big Data, le cloud computing ou encore les exosquelettes ont joué un rôle catalyseur dans cette transformation, en automatisant, en optimisant et en sécurisant les opérations logistiques. Elles ont permis à la logistique de répondre aux nouveaux impératifs du XXI^e siècle : personnalisation de la demande, durabilité, réactivité et résilience face aux perturbations.

Ainsi, la logistique s'impose aujourd'hui comme un pilier transversal et stratégique, au croisement des enjeux économiques, sociaux et écologiques. Sa maîtrise constitue un facteur clé de différenciation pour les organisations évoluant dans un environnement globalisé, volatile et interconnecté. Loin d'être une simple fonction de soutien, elle est désormais un moteur de compétitivité, d'innovation et de durabilité.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Akbari Jokar, M.R., Dupont, L., & Frein, Y. Evolution du concept de logistique. *Revue française de gestion industrielle*, 21 (3), 6-22.
2. Abdoulaye, K. (2024). La structure des révolutions industrielles : Trajectoires énergétiques, communicationnelles et économiques de la

- vapeur à l'intelligence artificielle. *Revue Internationale de la Recherche Scientifique*, 2(5), 2674-2694.
3. Aboussaad, M. (2009). *De la Logistique à la Supply Chain Management*. Imprimerie Tissir.
 4. Ahmed Yahia S. (2023). Evolution de la logistique et son apport à l'amélioration de la performance de l'entreprise Cas : Secteur agroalimentaire en Algérie. *Revue Le Manager*, 10(1), 287-310.
 5. Alsaïdi, I. (2023). *Rôle, évaluation et réglementation des intelligences artificielles appliquées au diagnostic et à la thérapeutique*. Th7se de Doctorat, Université CAEN Normandie.
 6. Bajolle, E. et Godé, C. (2021). *Blockchain et relations inter-organisationnelles dans la Supply Chain : une approche par la théorie de l'agence* , in Azan, W. et Cavalier, G. (coord.), *Des systèmes d'information aux blockchains : les principes d'une convergence*, Editions Bruylant. 193-223.
 7. Bakkouri, A. E. (2021). Revue de littérature du concept « performance logistique » : un essai de synthèse. *European Scientific Journal*, 17(23), 210.
 8. Barykin, S.Y, Bochkarev, A.A, Kalinina, O.V &Yadykin, V.K. (2020). Concept pour un jumeau numérique de la chaîne d'approvisionnement. *Revue internationale des sciences mathématiques, d'ingénierie et de gestion*, 5(6), 1498.
 9. Benbachir, H., & EL Haddad , M. Y. (2023). Revue de littérature de la technologie Blockchain et son impact sur le secteur bancaire. *Revue Française d'Economie Et De Gestion*, 4(6), 325- 340.
 10. Benkhedda. K & El Hakmi. S. (2023). De la logistique au supply chain management: une revue de littérature systématique par la méthode PRISMA Statement. *Revue Française d'Economie et de Gestion*, 4 (11), 477 -496.
 11. Benrrezzouq, R. (2008). *Le management de la chaine logistique dans une perspective d'alignement stratégique inter-organisationnel : cas des grandes entreprises de services au Maroc*. Thèse de Doctorat. Université Mohammed premier, Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales, Oujda.
 12. Benzidia , S. , & Bentahar, O. (2023). Numéro Spécial "PROLOG : La digitalisation des supply chains : défis et bénéfices. *Revue Française De Gestion Industrielle*, 37(2), 3–6.
 13. Boulitama. O., Rahli , D., & Sabri, K. (2025) «Supply Chain Digital : Développement d'une revue de littérature systématique et implications pour les futures recherches, *Revue Française d'Economie et de Gestion* , 6 (2), 93-136.

14. Bourany, T. (2018). Les 5V du big data. *Regards croisés sur l'économie*, 23(2), 27-31.
15. Brasseul, J. (1998). Une revue des interprétations de la révolution industrielle. *Revue Région et Développement*, 7, 1-74
16. Bruyère-Ostells, W., & Houdecek, F. (2024). De la planification à l'échec logistique de la première phase de la campagne du Russie au travers de la correspondance de Napoléon. *Napoleonica*, 51(4), 11-17.
17. Chaib, I., El Omari Alaoui, Z., Cherkaoui, M., & El Aissaoui. (2024). *La transformation digitale : Une composante essentielle de la performance de la chaîne logistique*. Ouvrage collectif : « Logistics & supply chain à l'ère de la digitalisation et de l'intelligence artificielle ». 54-77.
18. Colin J. (1996), « La logistique : histoire et perspectives », *Logistique & Management*, 4(2), pp. 97-110.
19. Colin, J. (2013). *Les prémices de la logistique : l'organisation des marines de guerre en France du XVIIe au XVIIIe siècle*, in Fabbe-Costes, N., & Paché, G. (2013). *La Logistique : une approche innovante des organisations*. Presses universitaires de Provence, Aix-en-Provence.
20. Desplantes, A. (1995). *Les grands réseaux de chemin de fer français pendant et après la Première Guerre Mondiale : 1914-1921*, Thèse de Doctorat. Université Paris Nanterre. France.
21. Derrouiche, R., Lamouri, S., & Naoui-Outini, F. (2022). Supply Chain 4.0 : rôles et opportunités de la gestion industrielle. *Revue Française De Gestion Industrielle*, 36(1), 3-6.
22. Didast, F.Z. (2023). *Performance logistique-transport : facteur clé de la performance économique*, Thèse de Doctorat. Université Hassan II, Casablanca.
23. El Bahi, Y., & Taj, K. (2021). De la logistique à la supply chain : Bilan et perspectives. *Revue Internationale Du Chercheur*, 2(1), 226-241.
24. El Gadrouri R. (2020). Digital Supply Chain : Concepts, Emergence et Outils Technologiques. *Revue Internationale des Sciences de Gestion*, (4). 824 – 842.
25. Fadel, Y.F. (2019). Origines, Evolutions et Alternatives du Marketing mix. *Revue académique des études humaines et sociales*, 21, 13-22.
26. Fontanel, J. (2020). La troisième révolution industrielle. *Paix et sécurité européenne et internationale*, 14, 149-170.
27. Fosso Wamba, S., Gunasekaran, A., & Akter, S. (2020). Blockchain Technology for Enhancing Supply Chain Transparency: An Empirical Study. *International Journal of Production Economics*, 220, 106-120.

28. Gallet, A., Fort, E., Ottavy, M., & Fassier, J.-B. (2023). Accompagnement d'une blanchisserie dans l'acquisition d'exosquelettes professionnels. *Archives des Maladies Professionnelles et de L'Environnement*, 84 (8).
29. Ghanouane, K., & Benkaraache, T. (2020) Transformation Digitale : les nouvelles compétences à l'épreuve des Big data. *Journal Of Social Sciences ans Organization Management*, 1(1).1-19.
30. Goujon , A., Rosin, F. , Magnani, F., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2023). Modèle de cas d'usage pour l'industrie 5.0. CIGI Qualita 2023, Jun 2023, Trois Rivières, Canada.
31. Guenfoudi M., Toumi, I., & Haouat, Y. (2020) . La logistique 4.0 : une réalité. *Revue du Contrôle, de la Comptabilité et de l'Audit*, 4 (2), 732 – 749.
32. Guennoun,M., Bennouna, F. (2023). *Utilisation de l'industrie 4.0 par les entreprises industrielles marocaines comme moyen de résilience face à la crise du Covid-19*. Colloque sur les Objets et Systèmes Connectés 2023, Institut Supérieur des études technologiques de Sfax; Institut Supérieur des études technologiques de Mahdia, Jun 2023, Mahdia, Tunisie.
33. Lee, H., Kim,W.,Han, J., & Han, C. (2012).The technical trend of the exoskeleton robot system for human power assistance, *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 13 (8), 1491–1497. Cité dans : Voilqué, A. (2020) *Formalisation du problème de conception d'un exosquelette industriel et application à l'assistance aux efforts des membres supérieurs*. Thèse de Doctorat. Université Clermont Auvergne.
34. Leloup, L. (2017). *Blockchain: la révolution de la confiance*. Eyrolles.
35. Le Moigne, R. (2017). *Supply chain management. Achat, production, logistique, transport, vente 2e édition*. Dunod.7-53.
36. Lièvre, P. (2007). *La logistique*. Paris, La Découverte. 1-128.
37. Mouhsine, S., Haouat, A., Amiri, W., & Elabid, S. (2023). La logistique smart au Maroc : quel avenir ? *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 4(2-2), 136-163.
38. Maddikunta, P. K. R., Pham, Q.-V., & B, P. (2022). Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26, 1-31.
39. Mounaim, L. (2021). *Logistique et supply chain management 1éd*. AL Maarifa. 273-342.
40. Noël , S. (2019).La logistique opérationnelle : espace lacunaire dans la formation des chefs militaires ?. *Revue Défense Nationale*, 824, 79-84.

41. Noureddine, A., Errabbah, K., & Lekbich, A. (2023). Le Cadre Conceptuel de la Logistique et son Intégration Interdépartementale dans les Entreprises. *International Journal of Strategic Management and Economic Studies (IJSMES)*, 2(3), 979–1001.
42. Oubaouzine, L. (2023). Retour à l'histoire et aux origines anciennes de la logistique. *Revue de Management et Cultures*, 9, 110-126.
43. Ortholan, H. (2022). Une histoire de la logistique militaire. *Administration*, 275(3), 48-50.
44. Taleb, H. (2022). *Une architecture pour l'intégration du Cloud Computing dans les réseaux de capteurs sans fil (RCSF)*. Thèse de Doctorat. Université de Haute Alsace - Mulhouse; Université Hadj Lakhdar (Batna, Algérie).
45. Rouquet, A. (2018). L'invention de la logistique par Antoine-Henri de Jomini. *Gérer & Comprendre*, 133, 53-61.
46. Akbari Jokar, M. R., Dupont, L., & el n, Y. (2002). Évolution du concept de logistique. *Revue Française De Gestion Industrielle*, 21(3), 5–22.
47. Gubbi, J., et al. (2013). Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions. *Future Generation Computer Systems*, 29, 1645-1660.
48. Ghoubach, S., & El Amine, B. (2024). L'adoption de l'IA et du smart logistique à l'optimisation des coûts d'approvisionnement. *Revue Du contrôle, De La Comptabilité Et De l'Audit*, 8(4), 140-156.
49. Rivard, F. (2012), *Cloud Computing: le système d'information sans limite, collection Management et informatique*, Hermès science publications, Lavoisier.
50. Nouschi, A. (2014). *Chapitre 7. Les chocs pétroliers (1973-1980)* In : Pétrole et les relations internationales depuis 1945. 160-190.
51. Lesueur-Cazé, M (2023). *Effets de la blockchain sur les relations des acteurs au sein des chaînes logistiques*. Gestion et management. Thèse de Doctorat. Université de Rennes.
52. Chabel, S. (2016). Evolution de la logistique et son impact sur le transport, les prestations et les plateformes logistiques (cas du Maroc). *Revue Economie and symbole Kapital*, 10, 77-93.
53. Müller, J. (2020). *Enabling Technologies for Industry 5.0*. European Commission. 8-10.
54. Wolniak, R. (2023). *Industry 5.0 – characteristic, main principles, advantages and disadvantages*. Scientific Papers of Silesian University of Technology Organization and Management Series, 170, 664-678.
55. Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. arXiv preprint arXiv:1801.00631. Url. <https://arxiv.org/abs/1801.00631>

56. Wang, X., Yu, L., & Li, Q. (2018). The Role of IoT in Enhancing Supply Chain Management and Logistics: A Review and Future Research Agenda. *International Journal of Production Economics*, 205, 3-16.
57. Rouquet, A., 2018. L'invention de la logistique par Antoine-Henri de Jomini. *Annales des Mines - Gérer & comprendre*, 3(133), 53-61.
58. Rhazzi, A., & Dhiba, Y. (2022). La transformation digitale : Une approche innovante pour l'optimisation de la chaîne logistique. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 3(6-1), 421-436.
59. Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research, Taylor & Francis Journals*, 57(7), 2117-2135.
60. Schrøder Jakobsen, L., Samani, A., Desbrosses, K., de Zee, M., & Madeleine, P. (2024). In-Field Training of a Passive Back Exoskeleton Changes the Biomechanics of Logistic Workers. *IISE transactions on occupational ergonomics and human factors*, 12(3), 149-161.
61. Véry, F., & Ludovic, C. (2019). intelligence artificielle et recherche en gestion. *Revue française de gestion*, 8 (285), 119-134.
62. Wolniak, R. (2023). Industry 5.0 – characteristic, main principles, advantages and disadvantages. Scientific Papers of Silesian University of Technology. *Organization and Management Series*, 170, 662–678.
63. Zouhri, M. (2016) Big Data en entreprise : quelles stratégies d'implantation ?. *Revue Économie, Gestion et Société*, 7, 1-15.
64. Zouhri, M., & Rehali, B. (2016). Cloud Computing ou informatique à la demande : enjeux et perspectives. *Revue Marocaine de Gestion et d'Économie*, 3 (7), 1-13.