

Digitalisation des services portuaires et performance logistique : revue de littérature narrative

Soukaina JOUAD¹, Mohamed Charif EL HARRANE², Nada RHERIB³

*¹Maître de conférences
ENCG DAKHLA
Université Ibn Zohr
s.jouad@uiz.ac.ma*

*²Maître de conférences
EMAA BUSINESS SCHOOL
medcharif.elharrane@gmail.com*

*³Maître de conférences
EMAA BUSINESS SCHOOL
nadarherib@gmail.com*

Résumé

Les ports maritimes constituent des nœuds critiques des chaînes logistiques, dont la performance dépend de la fluidité des flux, de la fiabilité d'exécution et de la maîtrise des coûts dans un environnement multi-acteurs. Dans ce contexte, la digitalisation des services portuaires ne doit pas être appréhendée comme une simple modernisation technologique, mais comme une capacité socio-technique de coordination inter-organisationnelle, capable de reconfigurer les échanges d'information et les routines de traitement. Sur la période 2015–2025, cette revue de littérature narrative structurée analyse 34 articles issus de Scopus et ScienceDirect, et met en évidence quatre dispositifs dominants étudiés dans le champ : les systèmes de communauté portuaire, les guichets uniques, la dématérialisation et l'automatisation documentaire, ainsi que les approches Port 4.0. Les résultats montrent que les effets sur la performance logistique portuaire se manifestent principalement lorsque ces dispositifs réduisent les frictions informationnelles, améliorent la synchronisation des décisions et renforcent la traçabilité, avec des impacts concentrés sur les délais, la fiabilité, la fluidité et, plus indirectement, les coûts de dysfonctionnement. Toutefois, les bénéfices demeurent conditionnels et dépendent fortement de la gouvernance des données, de l'interopérabilité et de l'adoption effective par l'ensemble des parties prenantes. Enfin, l'article propose un cadre conceptuel intégratif reliant dispositifs, mécanismes et dimensions de performance afin d'appuyer l'analyse et le pilotage des transformations numériques portuaires.

Mots-clés : Digitalisation portuaire, système de communauté portuaire, guichet unique, Port 4.0, coordination inter-organisationnelle, performance logistique portuaire, interopérabilité, gouvernance des données.

Abstract

Seaports constitute critical nodes within logistics supply chains, whose performance depends on the fluidity of flows, the reliability of operations, and cost control in a multi-actor environment. In this context, the digitalization of port services should not be understood as mere technological modernization, but rather as a socio-technical capability for inter-organizational coordination, capable of reconfiguring information exchanges and processing routines. Covering the period 2015–2025, this structured narrative literature review analyzes 34 articles drawn from Scopus and ScienceDirect and identifies four dominant instruments examined in the field : port community systems, single window platforms, document dematerialization and automation, and Port 4.0 approaches. The findings indicate that the effects on port logistics performance materialize primarily when these instruments reduce informational frictions, improve decision

synchronization, and strengthen traceability, with impacts concentrated on lead times, reliability, and flow fluidity, and more indirectly on the costs of dysfunction. However, the benefits remain conditional and depend strongly on data governance, interoperability, and the effective adoption by all stakeholders. Finally, the article proposes an integrative conceptual framework linking instruments, mechanisms, and performance dimensions to support the analysis and steering of digital transformations in ports.

Keywords : Port digitalization, port community system, single window, Port 4.0, inter-organizational coordination, port logistics performance, interoperability, data governance.

INTRODUCTION

Les ports maritimes constituent des nœuds essentiels des chaînes logistiques, car ils relient le transport maritime, les opérations terminales et les connexions terrestres. La performance logistique portuaire dépend, en conséquence, de la capacité du système portuaire à fluidifier les flux, à fiabiliser à l'exécution et à contenir les coûts, dans un environnement marqué par des contraintes de capacité et des interdépendances entre acteurs. Dans ce cadre, le port ne peut plus être considéré uniquement comme une infrastructure de manutention, mais comme un maillon d'un système orienté création de valeur, dont la compétitivité repose aussi sur la qualité des coordinations (Robinson, 2002). L'intégration croissante des ports avec l'hinterland et les corridors logistiques renforce cette complexité en intensifiant les interactions entre les parties prenantes et en augmentant les exigences de synchronisation des décisions (Notteboom et Rodrigue, 2005).

La digitalisation des services portuaires représente un enjeu majeur de cette transformation. Elle renvoie aux dispositifs numériques qui soutiennent la dématérialisation des formalités, l'échange d'informations et la coordination des processus entre autorités, terminaux, transitaires, transporteurs, chargeurs et compagnies maritimes. Parmi ces dispositifs, les Port Community Systems occupent une place, car ils constituent des plateformes inter-organisationnelles conçues pour standardiser l'information et intégrer des processus auparavant fragmentés. Plusieurs travaux soulignent que ces systèmes peuvent contribuer à la performance, notamment par réduction des coûts de transaction, l'amélioration de la visibilité, et la stabilisation des routines de décision (Carlan et al. 2016). La digitalisation est également associée aux dynamiques plus larges de transformation, de type « port 4.0 », où l'intégration et la coopération entre acteurs apparaissent comme des conditions majeures de réussite au-delà du seul investissement technologique (De La Peña Zarzuela et al. 2020).

Toutefois, la littérature présente une discussion hétérogène et non définie concernant le lien entre la digitalisation des services portuaires et la performance logistique. D'un côté, certaines études soulignent les avantages potentiels en matière d'efficacité et de qualité de service grâce à des processus de standardisation, de partage d'information et d'intégration des processus (De la Peña Zarzuela et al., 2020 ; Carlan et al., 2016). Toutefois, les bénéfices constatés fluctuent considérablement selon les contextes, étant donné qu'ils sont soumis à des facteurs organisationnels et institutionnels tels que l'interopérabilité, la gouvernance des données, l'adoption par les utilisateurs et l'alignement effectif des procédures entre organisations. De plus,

étant donné que la performance portuaire est multidimensionnelle, les résultats peuvent varier en fonction des indicateurs mobilisés, tels que les délais de passage, la fiabilité, la congestion ou les coûts associés aux dysfonctionnements, ce qui rend plus difficile la comparaison des conclusions et la consolidation des connaissances.

Il est donc crucial, d'un point de vue analytique, d'envisager la digitalisation non pas comme un simple « instrument », mais comme une aptitude socio-technique de coordination entre organisations. Dans les environnements portuaires, la valeur est générée conjointement par de nombreux intervenants, et la performance est tributaire tout autant des règles d'échange, des standards de données et des routines de collaboration sont plus importantes que la technologie en elle-même, comme le soulignent (Notteboom et Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002). Ainsi, la digitalisation influence la performance lorsqu'elle réduit les problèmes d'information et améliore la coordination des décisions, en rendant les processus plus fiables. Elle agit principalement par trois mécanismes courants. Tout d'abord, elle réduit les coûts de transaction et des erreurs administratives en dématérialisant et en accélérant les échanges, comme indiqué (Carlan et al., 2016). Le second est l'amélioration de la coordination multi-acteurs, via une visibilité partagée et une standardisation des séquences opérationnelles (De la Peña Zarzuelo et al., 2020). Le troisième est la fiabilisation et la conformité, via la traçabilité et la transparence, qui contribuent indirectement à réduire les retards, les replanifications et les surcoûts (De la Peña Zarzuelo et al., 2020 ; Carlan et al., 2016).

Dans cette perspective, le présent article propose une revue de littérature narrative couvrant la période 2015–2025 sur la digitalisation des services portuaires et ses liens avec la performance logistique. L'objectif est de structurer les travaux existants en identifiant les principaux dispositifs étudiés, puis d'explicitier les mécanismes par lesquels ces dispositifs influencent la performance. L'article vise enfin à proposer un cadre de lecture intégratif reliant dispositifs digitaux, mécanismes organisationnels et dimensions de performance, afin d'éclairer les recherches futures et de formuler des implications utiles pour les décideurs portuaires et logistiques.

I. REVUE DE LITTÉRATURE

1.1 Digitalisation des services portuaires : définition et périmètre

La digitalisation des services portuaires implique l'utilisation de diverses solutions numériques. Ces solutions ont pour but de simplifier les formalités et de faciliter l'échange d'informations entre les différentes parties prenantes d'un écosystème portuaire. Les parties

prenantes d'un écosystème portuaire comprennent les autorités portuaires, les opérateurs de terminaux, les transitaires, les transporteurs, les chargeurs et les compagnies maritimes. La digitalisation des services portuaires permet de coordonner les processus entre ces parties prenantes de manière efficace. Elle s'inscrit dans une évolution plus large du port vers une logique de création de valeur au sein de la chaîne logistique, où la performance dépend de la qualité de l'intégration et de la coordination plutôt que des seuls actifs physiques (Notteboom et Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002).

Dans la littérature, la digitalisation des services portuaires est généralement opérationnalisée à travers plusieurs dispositifs majeurs :

- **Port Community Systems (PCS) :** Les systèmes de communauté portuaire sont des plateformes inter-organisationnelles permettant la standardisation des messages, le partage de données et l'intégration des formalités et processus portuaires. Les PCS visent à réduire les coûts, à accélérer les échanges et à améliorer la prise de décision (Carlan et al., 2016).
- **Les guichets uniques et la facilitation documentaire :** sont des dispositifs qui visent à simplifier les démarches administratives. Leur objectif principal est de réduire les doublons et d'améliorer la traçabilité des dossiers. Souvent, ces dispositifs sont liés aux PCS, car cela permet une meilleure organisation et une gestion plus efficace des informations.
- **Dématérialisation et automatisation des flux documentaires :** dématérialisation des documents, paiements électroniques et systèmes de prise de rendez-vous en ligne, qui contribuent à réduire les erreurs et les délais liés aux formalités.
- **Solutions "Port 4.0" et digitalisation avancée :** ensembles plus larges intégrant interopérabilité, IoT, systèmes d'information intégrés et logique de pilotage numérique, où la réussite dépend fortement de la coopération et de l'intégration entre acteurs (De la Peña Zarzuelo et al., 2020).

Ainsi, la digitalisation des services portuaires ne se limite pas à l'introduction d'outils. Elle correspond à un arrangement socio-technique qui transforme les modalités de coordination, de partage d'information et d'exécution des procédures au sein d'un système multi-acteurs (De la Peña Zarzuelo et al., 2020 ; Notteboom et Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002).

1.2. Performance logistique portuaire : dimensions et indicateurs

La performance logistique portuaire est un construit multidimensionnel, car elle renvoie à la fois à l'efficacité opérationnelle, à la qualité de service et aux effets logistiques qui se

diffusent le long de la chaîne (Notteboom et Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002). Dans les travaux existants, elle est le plus souvent appréhendée à travers des indicateurs opérationnels et de service, notamment parce que le temps passé au port et la fluidité influencent directement les coûts et la fiabilité des chaînes d’approvisionnement (Banque mondiale, 2025 ; UNCTAD, 2024).

Tableau 1: Dimensions et indicateurs de la performance logistique portuaire

Dimension	Définition	Indicateurs	Sources
Délais	Niveau de rapidité des opérations et du passage portuaire, depuis l’arrivée jusqu’à la sortie des flux (navires et marchandises).	Temps d’escale, temps au poste à quai, temps d’attente, temps de traitement, temps de séjour (dwell time), temps de dédouanement, temps d’entrée, temps de sortie.	(World Bank, 2025 ; UNCTAD, 2024 ; robinson, 2002)
Variabilité	Degré d’irrégularité des temps de traitement et d’attente, reflétant la prévisibilité du système portuaire.	Écart-type des délais, dispersion des temps de séjour (dwell time), volatilité des temps d’attente, variabilité des temps de traitement selon périodes et jours.	(World Bank, 2025 ; OECD, 2024)
Fiabilité et qualité de service	Capacité à délivrer une prestation stable, conforme et prévisible, avec un faible niveau d’erreurs et d’incidents.	Respect des fenêtres, respect des horaires et des slots, taux d’erreurs documentaires, taux d’incidents opérationnels, niveau de réclamations, conformité des dossiers.	(Rezaei et al., 2019 ; Robinson, 2002)
Congestion et fluidité	Niveau d’encombrement et présence de goulots d’étranglement qui dégradent l’écoulement des flux et augmentent les délais.	Congestion aux portes, temps d’attente des camions, saturation des quais et des aires, longueur des files, taux d’occupation, indicateurs de goulots d’étranglement.	(OECD, 2024 ; Brooks et al., 2016)
Coûts et surcoûts de dysfonctionnement	Coûts générés par les retards, erreurs, replanifications et non-conformités, y compris les coûts indirects sur la chaîne.	Coûts d’attente, pénalités, surcoûts de replanification, coûts de non-qualité, surcoûts de correction documentaire, coûts liés à la congestion.	(World Bank, 2025 ; UNCTAD, 2024)

Source : Elaboration des auteurs à partir de la littérature

1.3. Mécanismes reliant digitalisation et performance : une logique de chaîne explicative

La littérature suggère que la digitalisation améliore la performance logistique portuaire principalement lorsqu’elle agit comme une capacité de coordination inter-organisationnelle, plutôt que comme un simple équipement. Dans cette perspective, l’effet sur la performance résulte de mécanismes intermédiaires qui transforment la circulation d’information, l’alignement des processus et la fiabilisation des décisions (De la peña zarzuela et al., 2020 ; Carlan et al., 2016 ;

Notteboom et Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002).

1.3.1. Réduction des obstacles liés à l'information et des coûts liés aux échanges commerciaux

Un premier mécanisme récurrent est la réduction des frictions informationnelles. La dématérialisation, la standardisation documentaire et l'automatisation des échanges diminuent les erreurs, les doubles saisies et les délais administratifs, ce qui réduit les coûts de transaction et stabilise les routines de traitement

Ce mécanisme est particulièrement associé aux dispositifs de type PCS et guichets uniques, car ils structurent des échanges auparavant fragmentés et hétérogènes.

1.3.2. Coordination multi-acteurs et intégration des processus

Un second mécanisme porte sur l'amélioration de la coordination multi-acteurs. Les plateformes de partage d'information et d'interopérabilité contribuent à synchroniser les décisions et à aligner les processus entre acteurs, ce qui est central dans les écosystèmes portuaires caractérisés par de fortes interdépendances

Dans cette logique, la digitalisation soutient la performance lorsque la visibilité partagée facilite l'anticipation, la planification et la gestion des aléas, plutôt que lorsque l'information reste cloisonnée.

1.3.3. Fiabilisation, conformité et traçabilité

Un troisième mécanisme concerne la fiabilisation et la conformité. La traçabilité des flux, la transparence documentaire et le suivi en temps réel contribuent à réduire les retards, les replanifications et les surcoûts associés aux écarts, notamment lorsque des exigences de conformité sont élevées (De la Peña Zarzuela et al., 2020 ; Carlan et al., 2016).

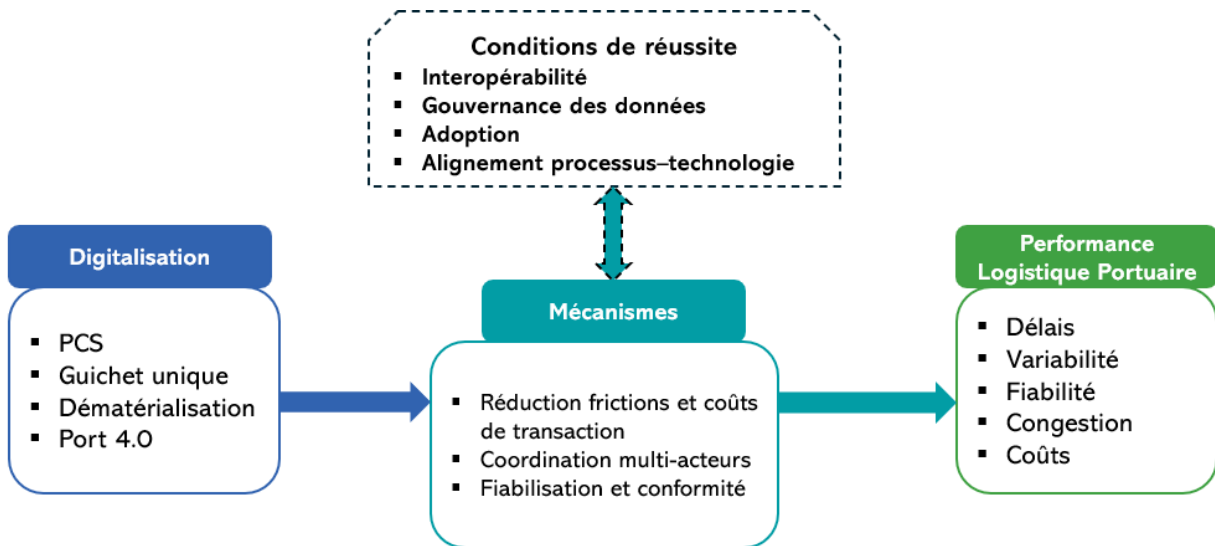
1.4. Modèle conceptuel

Le modèle conceptuel présenté en Figure 1 synthétise les apports de la littérature en structurant la relation entre la digitalisation des services portuaires et la performance logistique portuaire autour d'une logique de médiation par les mécanismes de coordination, conditionnée par des facteurs de réussite organisationnels et technologiques.

La digitalisation des services portuaires est appréhendée à travers quatre dispositifs majeurs identifiés dans la littérature, à savoir les Port Community Systems, les dispositifs de guichet unique, la dématérialisation et l'automatisation des flux documentaires, ainsi que les initiatives de type Port 4.0 orientées vers l'interopérabilité et l'intégration avancée des systèmes d'information (Moros-Daza et al., 2020 ; De la Peña Zarzuelo et al., 2020 ; Carlan et al., 2016). Ces dispositifs

constituent des infrastructures socio-techniques visant à structurer les échanges d'information et à soutenir la coordination entre les acteurs d'un écosystème portuaire complexe.

Figure 1: Modèle conceptuel reliant la digitalisation des services portuaires et la performance logistique portuaire



Source : Elaboration des auteurs à partir de la littérature

Le modèle postule que l'effet de la digitalisation sur la performance n'est pas direct, mais transite par des mécanismes intermédiaires. Trois mécanismes principaux sont mis en évidence. Le premier concerne la réduction des frictions informationnelles et des coûts de transaction, rendue possible par la standardisation documentaire, la dématérialisation et l'automatisation des échanges, qui limitent les erreurs, les redondances et les délais administratifs (Moros-Daza et al., 2020 ; Carlan et al., 2016). Le deuxième mécanisme repose sur l'amélioration de la coordination multi-acteurs, facilitée par le partage d'information et l'interopérabilité des systèmes, permettant une meilleure synchronisation des décisions et des processus dans un contexte marqué par de fortes interdépendances organisationnelles (Notteboom & Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002). Le troisième mécanisme renvoie à la fiabilisation et à la conformité, la traçabilité et la transparence documentaire contribuant à réduire les incidents, les replanifications et les écarts de conformité, notamment dans des environnements soumis à des exigences réglementaires élevées (De la Peña Zarzuelo et al., 2020).

La performance logistique portuaire est appréhendée comme un construit multidimensionnel, intégrant des dimensions sensibles à la qualité de la coordination inter-organisationnelle. Le modèle retient ainsi les délais et temps de passage, la variabilité des

opérations, la fiabilité et la qualité de service, la congestion et la fluidité des flux, ainsi que les coûts et surcoûts de dysfonctionnement, dimensions largement mobilisées dans la littérature académique et institutionnelle sur la performance portuaire (World Bank, 2025 ; UNCTAD, 2024 ; Notteboom & Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002).

Enfin, le modèle intègre explicitement des conditions de réussite qui modèrent la relation entre digitalisation, mécanismes et performance. L'interopérabilité des systèmes, la gouvernance des données, l'adoption effective par les acteurs et l'alignement entre processus organisationnels et technologies apparaissent comme des déterminants clés de la matérialisation des bénéfices attendus. En l'absence de ces conditions, la digitalisation peut reproduire la fragmentation organisationnelle sous une forme numérique et limiter la création de valeur logistique (Brunila, Kunnaala-Hyrkki, & Inkinen, 2021 ; Moros-Daza et al., 2020).

II. METHODOLOGIE

2.1. Design de recherche et approche méthodologique

Cette étude adopte une approche qualitative utilisant deux méthodes complémentaires : une revue de littérature systématique et une analyse de contenu catégorisée à orientation inductive.

Le sujet de recherche ainsi que le protocole de revue ont été définis de manière à garantir une démarche explicite, traçable et reproductible (Tranfield et al., 2003). Pour initier la revue, une stratégie combinant la clarification préalable des mots-clés et une recherche structurée dans des bases de données scientifiques a été retenue (Hernández Sampieri et al., 2013).

Dans cette perspective, une consultation préliminaire a été effectuée avec des experts en logistique et systèmes d'information pour préciser les termes de recherche et réduire les biais de formulation. Les mots-clés ont ensuite été regroupés en trois ensembles correspondant aux concepts principaux de l'article, à savoir la numérisation des services portuaires, le cadre portuaire et l'efficacité logistique.

La recherche bibliographique a été réalisée dans « Scopus » et « ScienceDirect » entre 2015 et 2025, en sélectionnant uniquement les articles soumis à une évaluation par des pairs. Pour étendre la portée du champ tout en conservant un ancrage rigoureusement portuaire, les requêtes ont été élaborées en utilisant des opérateurs booléens **AND** et **OR**, ce qui permet d'incorporer des synonymes et des variantes de terminologie.

À titre illustratif, une requête de lancement a été formulée selon la logique suivante : (digitalization OR digitalisation OR digitization OR “digital transformation”) AND (port community system OR PCS OR “terminal operating system” OR “single window”) AND (port performance OR logistics performance OR operational performance).

Cette approche a permis de recueillir les diverses terminologies présentes dans les écrits pour évoquer la digitalisation des services portuaires et ses relations avec la performance, tout en maintenant un cadre de recherche en adéquation avec les objectifs de l'étude.

2.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

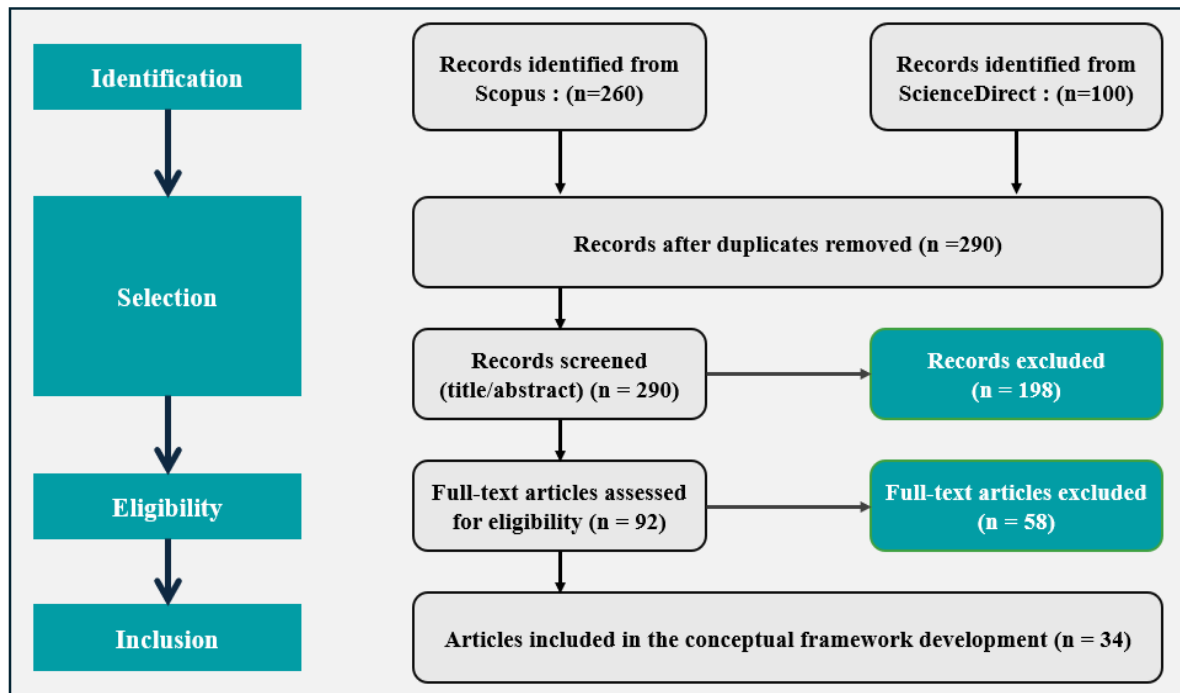
Après la collecte, les références ont été dédoublonnées puis filtrées en deux phases : d'abord un tri basé sur les titres et résumés, ensuite une lecture complète pour valider l'éligibilité. Les articles ont été retenus lorsqu'ils remplissaient simultanément les conditions suivantes : évaluation par des pairs, lien manifeste avec un contexte portuaire ou terminal, existence d'un dispositif de numérisation des services portuaires, et discussion d'un rapport avec la performance logistique ou des indicateurs opérationnels connexes, tels que les délais, la fiabilité, la congestion, la productivité ou les coûts. Ont été écartés les travaux concernant la digitalisation au sens large sans lien avec le port, les contributions techniques ne liant pas les résultats à des enjeux de performance, ainsi que les répétitions.

2.3. Processus de sélection des articles

L'examen des articles sélectionnés a été effectué par une analyse de contenu catégorielle, (Bardin, 2016), en utilisant un codage manuel. Trois phases ont organisé le traitement. La pré-analyse a impliqué la constitution du corpus final, la définition de l'unité d'analyse et l'élaboration d'une grille d'extraction intégrant année, type de dispositif numérique, périmètre organisationnel, dimensions de performance, mécanismes abordés et conditions de succès. L'examen du matériau a été basé sur un codage manuel progressif des segments significatifs, suivi d'un regroupement des codes en catégories d'analyse. L'inférence et l'analyse ont impliqué l'organisation des catégories en thèmes pour créer une synthèse narrative centrée sur la séquence digitalisation des services portuaires, mécanismes de coordination et efficacité logistique portuaire.

Au total, 360 références ont été identifiées dans les bases Scopus (n = 260) et ScienceDirect (n = 100) sur la période 2015–2025. Après suppression des doublons, 290 références ont été retenues pour l'analyse des titres et des résumés. Cette étape a conduit à l'exclusion de 198 références, et à la sélection de 92 articles pour une lecture en texte intégral. À l'issue de l'évaluation de l'éligibilité, 58 articles ont été exclus, et 34 articles répondaient à l'ensemble des critères d'inclusion, constituant ainsi le corpus final.

Figure 2: Processus de sélection des articles selon la méthode PRISMA



Source : Elaboration des auteurs

III. RESULTATS

3.1. Synthèse du corpus et des segments codés

Tableau 2: Fréquence des citations par codes et catégories

Catégorie (N = 170)	Code (N = 170)	Fréquences des citations par catégories (%)
Digitalisation des services portuaires (97)	Port Community Systems PCS (34)	35.05
	Guichet unique et facilitation documentaire (18)	18.56
	Dématérialisation et automatisation documentaire (25)	25.77
	Port 4.0, interopérabilité, IoT et intégration avancée (20)	20.62
Performance logistique portuaire et mécanismes (73)	Délais et temps de passage (22)	30.14
	Fiabilité et qualité de service (16)	21.92
	Congestion et fluidité (15)	20.55
	Coûts et surcoûts de dysfonctionnement (8)	10.96
	Conditions de réussite gouvernance, adoption, standards (12)	16.44

Source : Élaboration des auteurs à partir de l'analyse de contenu

Le corpus final a ensuite été soumis à une analyse de contenu catégorielle à orientation inductive, permettant d'identifier les dispositifs de digitalisation étudiés, les mécanismes intermédiaires utilisés et les dimensions de performance logistique associées.

Les 170 segments codés résultent d'un codage manuel des unités de sens identifiées lors de la lecture approfondie des 34 articles, chaque segment correspondant à un extrait textuel portant

sur la digitalisation des services portuaires, la performance logistique ou les mécanismes intermédiaires reliant ces deux dimensions.

La digitalisation est dominée par les Port Community Systems, qui apparaissent comme le dispositif le plus structurant, suivis par la dématérialisation documentaire et les approches Port 4.0. Du côté de la performance, les délais et temps de passage constituent l'indicateur le plus mobilisé, devant la fiabilité, la fluidité et la congestion. Les conditions de réussite liées à la gouvernance, à l'adoption et aux standards confirment le caractère conditionnel des effets de la digitalisation, tandis que les coûts apparaissent principalement comme des conséquences indirectes des dysfonctionnements opérationnels.

3.2. Résultats de l'analyse thématique :

3.2.1. Thématique 1 : Digitalisation des services portuaires

Dans le corpus, la digitalisation des services portuaires est majoritairement conceptualisée comme un ensemble de dispositifs de coordination inter-organisationnelle visant à standardiser l'information, fluidifier les formalités et synchroniser les décisions entre acteurs (Notteboom & Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002). Les Port Community Systems apparaissent comme l'architecture la plus fréquemment discutée, car ils connectent les systèmes d'information des membres de la communauté portuaire et facilitent la communication et l'intégration des processus documentaires, avec des effets attendus sur l'efficacité et la compétitivité (Carlan et al., 2016). Les guichets uniques et la dématérialisation des formalités sont ensuite décrits comme des instruments de réduction des erreurs et des délais administratifs, via la standardisation des échanges et la reconfiguration des routines de traitement (Heilig & Voß, 2017 ; Carlan et al., 2016). Les approches Port 4.0 élargissent enfin le périmètre aux technologies d'intégration et de pilotage numérique, tout en confirmant que les bénéfices opérationnels sont fortement conditionnés par l'interopérabilité, la gouvernance des données et la coopération entre parties prenantes (De la Peña Zarzuelo et al., 2020 ; Heilig & Voß, 2017). Cette lecture s'inscrit dans une perspective où le port est appréhendé comme un élément d'un système de chaîne de valeur, dont la compétitivité dépend des coordinations et de la création de valeur logistique au-delà des seuls actifs physiques (Notteboom & Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002).

Tableau 3: Digitalisation des services portuaires : codes et références

Code	Extraits
Port Community Systems (PCS) (34)	« Un Port Community System est une plateforme technologique permettant la mise en réseau des acteurs publics et privés impliqués dans les services portuaires et logistiques, en facilitant l'échange d'informations et la coordination des processus » (Caldeirinha et al., 2020, p. 1). « Les PCS améliorent la visibilité et la transparence des opérations portuaires en centralisant les flux d'information au sein d'un portail unique » (Caldeirinha et al., 2020, p. 6).
Guichet unique et facilitation documentaire (18)	« Le guichet unique est conçu comme un dispositif permettant aux opérateurs économiques de soumettre une seule fois les informations requises, sous format électronique, afin de satisfaire l'ensemble des exigences administratives liées aux échanges commerciaux » (Tijan et al., 2019, p. 131). « Ces dispositifs contribuent à la simplification, à l'harmonisation et à la modernisation des procédures documentaires » (Tijan et al., 2019, p. 132).
Dématérialisation et automatisation documentaire (25)	« L'adoption de communications dématérialisées et sans papier au sein des communautés portuaires réduit les saisies manuelles, les erreurs administratives et les délais de traitement » (Caldeirinha et al., 2020, p. 4). « La dématérialisation s'accompagne d'une automatisation des processus administratifs, conditionnée par l'existence de standards de données partagés » (Heilig & Voß, 2017, p. 182).
Port 4.0, interopérabilité, IoT et intégration avancée (20)	« Les approches Port 4.0 visent une intégration accrue des systèmes d'information et une transparence renforcée tout au long de la chaîne logistique » (Heilig et al., 2019, p. 1). « L'utilisation de capteurs, de l'Internet des objets et de systèmes interopérables permet un pilotage plus fin des flux, mais les bénéfices dépendent fortement de l'alignement organisationnel et du partage des données à l'échelle de l'écosystème portuaire » (De la Peña Zarzuelo et al., 2020, p. 6).

Source : Elaboration des auteurs à partir des articles du corpus

3.2.2. Thématique 2 : la performance logistique portuaire et mécanismes

L'analyse du corpus montre que la performance logistique portuaire est principalement abordée au travers d'indicateurs opérationnels sensibles à la coordination, notamment les délais, la fiabilité, la congestion et, plus indirectement, les coûts de dysfonctionnement (Caldeirinha et al., 2020 ; Carlan et al., 2016). Ces dimensions sont généralement discutées comme des conséquences de mécanismes intermédiaires : réduction des frictions informationnelles, meilleure synchronisation multi-acteurs et fiabilisation par la traçabilité (Moros-Daza et al., 2020 ; Carlan et al., 2016).

Dans la majorité des contributions, l'effet de la digitalisation est présenté comme conditionnel, dépendant de la gouvernance des données, de l'interopérabilité, et de l'adoption effective par les organisations participantes, ce qui rejoint l'idée que la digitalisation doit être gérée

comme une capacité socio-technique de coordination et non comme un simple investissement en outils (Brunila et al., 2021 ; Moros-Daza et al., 2020).

Tableau 4: Performance logistique portuaire et mécanismes : codes et extraits

Code	Extraits
Délais et temps de passage (22)	« Chaque heure supplémentaire non planifiée passée au port ou au mouillage oblige les navires à augmenter leur vitesse afin de respecter les horaires, ce qui affecte directement la performance opérationnelle » (World Bank, 2022, p. 43). « La congestion portuaire peut être mesurée par le temps nécessaire pour accéder à un poste à quai à partir du moment où le navire arrive au mouillage » (UNCTAD, 2024, p. 105).
Fiabilité et qualité de service (16)	« Des niveaux plus élevés de fiabilité et de prévisibilité peuvent être atteints, ce qui est déterminant pour une meilleure performance des chaînes logistiques » (World Bank, 2022, p. 43). « La mise en œuvre d'un Port Community System améliore la fiabilité des opérations en facilitant la coordination des activités portuaires et le contrôle des processus » (Caldeirinha et al., 2020, p. 6).
Congestion et fluidité (15)	« La congestion est étroitement liée au temps d'attente avant l'accès au quai, qui reflète des problèmes de coordination et de synchronisation des flux » (UNCTAD, 2024, p. 105). « Les variations des temps d'attente observées au cours des dernières années illustrent la sensibilité de la fluidité portuaire aux chocs et aux défaillances organisationnelles » (UNCTAD, 2024, pp. 105–106).
Coûts et surcoûts de dysfonctionnement (8)	« Les retards et temps d'attente entraînent une augmentation de la consommation de carburant, des coûts opérationnels et des émissions associées » (World Bank, 2022, p. 43). « Le temps d'attente dans les ports est généralement considéré comme une pure perte économique pour les opérateurs » (World Bank, 2022, p. 45).
Conditions de réussite : gouvernance, adoption, standards (12)	« Une solution numérique inadaptée peut générer des coûts supplémentaires importants lorsque l'interopérabilité et la gouvernance des systèmes ne sont pas optimales » (Brunila et al., 2021, p. 2). « Les problèmes d'incompatibilité des systèmes et l'absence de standards partagés figurent parmi les principaux freins à la réussite des projets de digitalisation portuaire » (Brunila et al., 2021, p. 4).

Source : Elaboration des auteurs à partir des articles du corpus

3.3. Propositions issues des résultats

3.3.1. Propositions issues de la digitalisation des services portuaires

Proposition 1a : Port Community Systems (PCS)

Les Port Community Systems contribuent à l'amélioration de la performance logistique portuaire en favorisant la connexion des systèmes d'information des acteurs et la standardisation des échanges inter-organisationnels, ce qui réduit la fragmentation documentaire et améliore l'efficacité globale du système portuaire (Carlan et al., 2016 ; Notteboom & Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002).

Proposition 1b : Guichet unique et facilitation documentaire

La mise en œuvre de dispositifs de guichet unique portuaire améliore la performance logistique lorsque ceux-ci se traduisent par une harmonisation effective des procédures administratives et une réduction de la redondance documentaire, entraînant une diminution des erreurs et des délais de traitement associés aux formalités portuaires (UNCTAD, 2024 ; Carlan et al., 2016).

Proposition 1c : Dématérialisation et automatisation documentaire

La dématérialisation et l'automatisation des flux documentaires améliorent la performance logistique portuaire dans la mesure où elles réduisent les frictions informationnelles, telles que les doubles saisies et les incohérences documentaires, à condition que des standards de données partagés soient adoptés par l'ensemble des parties prenantes (De la Peña Zarzuelo et al., 2020 ; Heilig & Voß, 2017 ; Robinson, 2002).

Proposition 1d : Port 4.0 et intégration numérique avancée

Les initiatives de type Port 4.0 génèrent des gains de performance supérieurs aux projets de digitalisation isolés lorsque l'intégration numérique s'accompagne d'une interopérabilité étendue et d'un pilotage coordonné des opérations, transformant la digitalisation en une véritable capacité systémique à l'échelle de l'écosystème portuaire (De la Peña Zarzuelo et al., 2020 ; Heilig & Voß, 2017).

3.3.2. Propositions issues des mécanismes reliant digitalisation et performance

Proposition 2a : Délais et temps de passage

La digitalisation des services portuaires contribue à la réduction des délais et des temps de passage lorsqu'elle permet une accélération du traitement documentaire et une diminution des erreurs administratives qui prolongent les cycles opérationnels (World Bank, 2025 ; Carlan et al., 2016).

Proposition 2b : Fiabilité et qualité de service

La digitalisation améliore la fiabilité et la qualité de service lorsque la circulation d'informations standardisées et partagées renforce la prévisibilité des opérations et réduit les incidents liés aux non-conformités et aux incohérences documentaires (Notteboom & Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002).

Proposition 2c : Congestion et fluidité

La digitalisation contribue à réduire la congestion et à améliorer la fluidité des flux portuaires lorsque la visibilité partagée et l'intégration des processus soutiennent une synchronisation multi-acteurs plus efficace, limitant les goulots d'étranglement causés par des décisions non coordonnées (OECD, 2024 ; Notteboom & Rodrigue, 2005).

Proposition 2d : Coûts et surcoûts de dysfonctionnement

La digitalisation réduit les coûts et surcoûts de dysfonctionnement lorsque la diminution des erreurs, des retards et des replanifications limite les pénalités, les temps d'attente et les coûts de correction documentaire, même lorsque ces coûts ne sont pas mesurés de manière directe (World Bank, 2025 ; UNCTAD, 2024).

Proposition 2e : Conditions de réussite : gouvernance, interopérabilité et adoption.

L'effet positif de la digitalisation des services portuaires sur la performance logistique est conditionné par l'existence d'une gouvernance des données, d'une interopérabilité opérationnelle et d'une adoption effective par les acteurs, sans lesquelles la digitalisation tend à reproduire la fragmentation organisationnelle sous une forme numérique (De la Peña Zarzuelo et al., 2020 ; Heilig & Voß, 2017 ; Robinson, 2002).

VI. DISCUSSION

Les résultats confirment que la digitalisation des services portuaires doit être appréhendée comme une capacité socio-technique de coordination inter-organisationnelle, et non comme une simple accumulation d'outils numériques. Cette lecture permet d'expliquer la variabilité des effets rapportés dans la littérature. Les dispositifs étudiés tels que les Port Community Systems, les guichets uniques, la dématérialisation documentaire et les initiatives Port 4.0 se distinguent par leur périmètre d'acteurs, leur profondeur d'intégration et leur niveau d'interopérabilité, tandis que la performance est mesurée à partir d'indicateurs opérationnels hétérogènes comme les délais, la fiabilité, la congestion ou les coûts. Dans cette perspective, le port fonctionne comme un système de création de valeur dans lequel la performance dépend de la qualité des interactions et des mécanismes de coordination au-delà des seuls actifs physiques (Notteboom & Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002).

Les résultats suggèrent que l'effet de la digitalisation sur la performance s'exerce principalement par des mécanismes intermédiaires plutôt que de manière directe. En premier lieu, la réduction des frictions informationnelles résulte de la standardisation des données et de l'intégration des flux documentaires. Les Port Community Systems sont largement décrits comme des plateformes inter-organisationnelles facilitant la communication, la mutualisation de l'information et l'intégration des formalités, ce qui crée des conditions favorables aux gains d'efficacité (Caldeirinha et al., 2020 ; Moros-Daza et al., 2020 ; Carlan et al., 2016). En second lieu, l'amélioration de la synchronisation entre acteurs apparaît centrale pour expliquer la réduction des délais et l'amélioration de la fluidité. Ces dimensions sont particulièrement sensibles à la qualité de la coordination et sont largement mobilisées dans les analyses institutionnelles de la performance portuaire (World Bank, 2025 ; UNCTAD, 2024). En troisième lieu, la fiabilisation des processus par la traçabilité et la visibilité partagée contribue à renforcer la prévisibilité et la stabilité des opérations, en réduisant les incidents liés aux écarts documentaires et aux défauts de conformité, ce qui améliore la qualité de service perçue (Caldeirinha et al., 2020 ; Moros-Daza et al., 2020).

Un résultat structurant du corpus réside dans le caractère conditionnel de l'effet de la digitalisation. Les bénéfices observés dépendent fortement de l'existence d'une gouvernance des données clairement définie, incluant la qualité, les responsabilités et les règles de partage, d'une interopérabilité effective fondée sur des standards communs et d'une adoption durable par l'ensemble des organisations participantes. Lorsque ces conditions ne sont pas réunies, la digitalisation tend à reproduire la fragmentation organisationnelle sous une forme numérique et à générer des coûts additionnels (Brunila et al., 2021). Cette conclusion rejoint l'idée que la valeur des plateformes numériques repose sur des effets de réseau et sur la continuité d'usage, ce qui implique de concevoir la digitalisation comme une transformation collective plutôt que comme un projet technologique isolé (Moros-Daza et al., 2020).

Sur le plan théorique, ces résultats renforcent l'approche du port comme écosystème coordonné, dans lequel les technologies numériques agissent comme des infrastructures de coordination reconfigurant les routines, les interfaces inter-organisationnelles et les modalités de contrôle (Notteboom & Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002). Sur le plan managérial, trois priorités se dégagent. La première concerne la nécessité de standardiser et de gouverner la donnée afin d'éviter que la dématérialisation ne reproduise les dysfonctionnements existants (Brunila et al., 2021). La deuxième porte sur le pilotage de l'adoption et de la continuité d'usage à travers la formation, les incitations et la conformité procédurale (Moros-Daza et al., 2020). La troisième

consiste à mesurer la performance à l'aide d'indicateurs directement alignés sur les mécanismes de coordination, en particulier les délais, les temps d'attente, la fiabilité et la fluidité (World Bank, 2025 ; UNCTAD, 2024).

CONCLUSION

Cette revue de littérature narrative structurée, fondée sur 34 articles publiés entre 2015 et 2025, montre que la digitalisation des services portuaires améliore la performance logistique principalement lorsqu'elle renforce la coordination inter-organisationnelle. Les dispositifs les plus structurants sont ceux qui standardisent l'information et intègrent les formalités entre acteurs, en particulier les Port Community Systems et les guichets uniques, car ils réduisent les frictions informationnelles, améliorent la synchronisation des décisions et fiabilisent les processus (Caldeirinha et al., 2020 ; Moros-Daza et al., 2020 ; Tijan et al., 2019 ; Carlan et al., 2016).

Les effets se manifestent surtout sur des dimensions opérationnelles sensibles à la coordination, notamment les délais, la fluidité, la fiabilité et, plus indirectement, les coûts de dysfonctionnement. Ces dimensions constituent également des axes centraux des référentiels institutionnels de performance portuaire (World Bank, 2025 ; UNCTAD, 2024). Toutefois, la revue souligne que ces impacts demeurent conditionnels et dépendent de l'existence d'une gouvernance robuste des données, d'une interopérabilité effective et d'une adoption durable par les parties prenantes. En l'absence de ces conditions, la digitalisation peut limiter la valeur créée et maintenir la fragmentation organisationnelle (Brunila et al., 2021).

Sur le plan scientifique, ces résultats contribuent à clarifier les mécanismes par lesquels la digitalisation influence la performance portuaire, en soulignant le rôle central de la coordination inter-organisationnelle. Sur le plan managérial, ils invitent à piloter la digitalisation comme un programme de transformation collective centré sur la coordination, la donnée et la continuité d'usage, plutôt que comme un investissement technologique isolé (Notteboom & Rodrigue, 2005 ; Robinson, 2002).

Une piste de recherche future consiste à tester empiriquement des modèles intégrant simultanément les dispositifs de digitalisation, les mécanismes intermédiaires de coordination et les indicateurs de performance, en distinguant les effets propres de la gouvernance des données, de l'interopérabilité et de l'adoption comme conditions explicatives de la création de valeur à l'échelle de l'écosystème portuaire (Brunila et al., 2021 ; Moros-Daza et al., 2020).

BIBLIOGRAPHIE

- BARDIN, L., (2013), *L'analyse de contenu*, Paris : Presses Universitaires de France, 304 p.
- BROOKS, M. R., (2016), *Port performance measures: identification, summary and assessment of port fluidity and congestion measures*,
- BRUNILA, O.-P., KUNNAALA-HYRKKI, V., & INKINEN, T., (2021), “Hindrances in port digitalization ? Identifying problems in adoption and implementation”, *European Transport Research Review*, 13(1), 62.
- CALDEIRINHA, V., FELÍCIO, J. A., & DIONÍSIO, A., (2020), “The use of Port Community Systems and the impact on port performance”, *Maritime Policy & Management*, 47(4), pp. 507–522.
- CARLAN, V., SYS, C., & VANELSLANDER, T., (2016), “How port community systems can contribute to port competitiveness: Developing a cost–benefit framework”, *Research in Transportation Business & Management*, 19, pp. 51–64.
- DE LA PEÑA ZARZUELO, I., FREIRE SOEANE, M. J., & LÓPEZ BERMÚDEZ, B., (2020), “Industry 4.0 in the port and maritime industry: A literature review”, *Journal of Industrial Information Integration*, 20, 100173.
- HEILIG, L., & VOß, S., (2017), “Information systems in seaports: A categorization and overview”, *Information Technology and Management*, 18(3), pp. 179–201.
- HEILIG, L., STAHLBOCK, R., & VOß, S., (2019), “From digitalization to data-driven decision making in container terminals”, *arXiv* (preprint).
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, P., (2014), *Metodología de la investigación* (6^a ed.), México : McGraw-Hill.
- MOROS-DAZA, A., AMAYA-MIER, R., & PATERNINA-ARBOLEDA, C., (2020), “Port Community Systems: A structured literature review”, *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 133, pp. 27–46.
- NOTTEBOOM, T. E., & RODRIGUE, J.-P., (2005), “Port regionalization: Towards a new phase in port development”, *Maritime Policy & Management*, 32(3), pp. 297–313.
- OECD, (2024), “An ocean of data : The potential of data on vessel traffic”, *OECD Statistics*

Working Papers, No. 2024/02, OECD Publishing, Paris.

- REZAEI, J., VAN WULFFTEN PALTHE, L., & TAVASSZY, L., (2019), “Port performance measurement in the context of port choice : An MCDA approach”, *Management Decision*, 57(2), pp. 396–417.
- ROBINSON, R., (2002), “Ports as elements in value-driven chain systems: The new paradigm”, *Maritime Policy & Management*, 29(3), pp. 241–255.
- TIJAN, E., AGATIĆ, A., JOVIĆ, M., & AKSENTIJEVIĆ, S., (2019), “Maritime National Single Window : A prerequisite for sustainable seaport business”, *Sustainability*, 11(17), 4570.
- TRANFIELD, D., DENYER, D., & SMART, P., (2003), “Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review”, *British Journal of Management*, 14(3), pp. 207–222.
- UNCTAD, (2024), *Review of Maritime Transport 2024*, Genève : United Nations.
- WORLD BANK, (2022), *The Container Port Performance Index 2021*, Washington, DC : World Bank.
- WORLD BANK, (2025), *The Container Port Performance Index 2020 to 2024 : Trends and Lessons Learned*, Washington, DC : World Bank

