



Université du Québec
à Rimouski

**UTILISATION DES INDICES DE CONNECTIVITÉ
MARITIME : ENJEUX D'ADOPTION ET D'UTILISATION
PAR LES PARTIES PRENANTES DU TRANSPORT
INTERNATIONAL.**

Mémoire présenté
dans le cadre du programme de maîtrise en gestion des ressources maritimes
en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences

PAR
© BENMANSOUR IKRAM

Juin 2025

Composition du jury :

Josée Laflamme, présidente du jury, Université du Québec à Rimouski

Emmanuel Guy, directeur de recherche, Université du Québec à Rimouski

Iliass Lamrini, examinateur externe, Ocean Startup Project.

Mai 2025

Juin 2025

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de recherche, Emmanuel Guy, pour son soutien indéfectible qui m'a aidé énormément tout au long de la réalisation de ce mémoire. Dès le premier jour, il n'a cessé de me motiver, m'encourageant à repousser mes limites sur plusieurs aspects. Grâce à son accompagnement, j'ai découvert que mes capacités intellectuelles n'ont pas de limites et que je peux toujours les développer davantage. Son encouragement a contribué à forger ma personnalité et a renforcé considérablement ma confiance en moi. Je souhaite également remercier tous mes professeurs de l'UQAR que j'ai eu le privilège de côtoyer durant ces deux ans. J'ai appris énormément de choses, à travers la vie étudiante à l'étranger ainsi que par les diverses activités dans le cadre de la découverte de la ville de Rimouski.

Un grand merci à mes parents pour le soutien inconditionnel, même à distance. Votre présence quotidienne, dans mes hauts et mes bas, a été une source de motivation. Merci papa et maman, pour votre amour et votre encouragement constants. Vous avez toujours cru en moi, et je serai là pour vous jusqu'au dernier jour de ma vie.

Je tiens également à me remercier moi-même. Oui j'ai été dur envers moi, mais c'était pour la bonne cause, de voir un rêve qui se réalise grâce à la persévérance. J'ai travaillé fort avec acharnement durant cette maîtrise. Ce mémoire est le fruit de tous mes efforts.

Un merci spécial à ma chère amie Chaimae Belmarouf, qui a été présente à mes côtés tout au long de ce processus, c'est une véritable amie, une vraie bosseuse. Je lui souhaite tout le bonheur du monde, ainsi qu'une réussite dans sa vie personnelle et professionnelle. Tu es la meilleure, je suis très ravie d'avoir croisé ton chemin.

AVANT-PROPOS

Les indices maritimes sont des mesures évaluant notamment : (i) l'interconnectivité entre les pays (ii) la fluidité des échanges (iii) ainsi que l'intégration des différents modes de transport et donc de la coordination des maillons de la chaîne d'approvisionnement. Bien que ces indices aient été introduits dès 2004 par la Conférence des Nations Unies pour le Commerce et le Développement (CNUCED) dans le but d'offrir une vision plus globale du transport maritime, incluant le transport routier et ferroviaire, les observations suggèrent que leur adoption reste limitée et leur utilisation restreinte. L'objectif de cette recherche est d'analyser l'importance de ces indices de connectivité, d'étudier leurs compositions et d'analyser leur utilisation par les différentes parties prenantes du transport maritime international.

RÉSUMÉ

Les indices de connectivité maritime ont été créés dans les années 2000 pour mesurer l'intégration des ports dans les réseaux du transport maritime à l'international. La CNUCED a lancé en 2004 le premier indice, Liner Shipping Connectivity Index (LSCI), qui évalue la fluidité des échanges. Ces indices prennent en compte divers facteurs, tels que le nombre de services maritimes, et d'autres facteurs liés à l'accessibilité. Bien qu'ils offrent une vue globale du transport maritime, intégrant parfois le transport routier et ferroviaire, leur adoption reste limitée. En comparaison, les indicateurs de performance sont plus utilisés par les gestionnaires portuaires pour mesurer l'efficacité, optimiser les opérations et améliorer la rentabilité des installations.

Ce projet de recherche s'intéresse à la place des indices de connectivité maritime dans le transport international et leur lien avec les indicateurs de performance. Deux axes structurent l'étude : quels sont les principaux indices de connectivité utilisés dans le transport maritime, comment sont-ils constitués et par quels acteurs ? Ensuite quels facteurs font obstacle à une utilisation plus étendue de ces indices ?

L'objectif est d'analyser l'importance des indices de connectivité maritime dans l'intégration des ports dans le transport maritime à l'international. Il s'agit aussi d'examiner leur composition, leur usage et identifier les facteurs qui freinent leur adoption par les différentes parties prenantes.

L'étude adopte une méthodologie qualitative, descriptive et exploratoire. Une revue de la littérature a permis d'identifier six indices de connectivité parmi une vingtaine. Leur interprétation et leur utilisation ont été illustrées par l'exemple du port de Zeebrugge, afin d'examiner les obstacles ainsi que les facteurs favorisant leur adoption par rapport aux indicateurs de performance. Le rôle des parties prenantes est central, car le choix d'indice dépend souvent de leur mission et objectif. L'analyse des rapports annuels de quatre ports : Montréal, Halifax, Toronto et Singapour ont permis d'illustrer comment ces choix influencent l'intégration stratégique des indices.

Enfin, cette recherche souligne que les indicateurs de performance et les indices maritimes ne sont pas en concurrence, mais complémentaires. Leur combinaison peut enrichir l'analyse stratégique du transport maritime en offrant une vision plus complète et intermodale des échanges.

Mots-clés :

Transport maritime, Indice de connectivité maritime, Indicateur de performance logistique, CNUCED, Port de Zeebrugge.

ABSTRACT

The research project focuses on maritime connectivity indices, which are used to assess the interconnectivity between countries, the fluidity of trade and the integration and coordination between different modes of transport. Although these maritime connectivity index offer a more global vision of maritime transport, including road and rail transport, observations suggest that their adoption remains limited, and their use restricted. So, this intersection between the two concepts of performance indicators and connectivity index raises many questions: are these concepts complementary to each other, or are they opposing tools, or even in competition with the index? The main problem of my research is therefore twofold. Firstly, what are the main connectivity index used in maritime transport: how are they constructed and by which stakeholders? Secondly, what factors prevent this index from being used more widely and encourage the prevalence of traditional performance indicators (such as tonnage handled in TEUs) over these connectivity index? The objective of this research is to analyses the importance of connectivity indices, to study their composition and to analyses their use by the various stakeholders in international maritime transport. The methodology consists of a comparative analysis of some twenty different connectivity indexes documented in the literature.

Keywords: Maritime transport, Maritime Connectivity Index, Logistics Performance Indicator, UNCTAD, Port of Zeebrugge.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	vii
AVANT-PROPOS	ix
RÉSUMÉ	xi
ABSTRACT.....	xiii
TABLE DES MATIÈRES	xv
LISTE DES TABLEAUX	xviii
LISTE DES FIGURES	xxi
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	xxiii
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE 1 CONTEXTUALISATION DE LA PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE.....	8
1.1 DEFINITION DE LA PERFORMANCE LOGISTIQUE	11
1.2 DEFINITION DES INDICATEURS DE PERFORMANCE	12
1.3 LES TYPES D'INDICATEURS DE PERFORMANCE	13
1.4 DEFINITION DE LA CONNECTIVITE MARITIME	14
1.5 DEFINITION DE L'INDICE DE CONNECTIVITE	15
1.6 LES TYPES DES INDICES MARITIMES	15
1.7 UTILISATION DES INDICES MARITIMES PAR LES PARTIES PRENANTES	17
1.8 L'OBJECTIF ET LA QUESTION DE RECHERCHE	18
CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE	21
2.1 ÉPISTEMOLOGIE ET CONCEPT METHODOLOGIQUE	21

2.2	DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE CHOISIE	23
	CHAPITRE 3 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	28
3.1	RECENSEMENT ET DESCRIPTION DES INDICES MARITIMES	29
3.1.1	Liner Shipping Connectivity Index (LSCI).....	31
3.1.2	Liner Shipping Bilateral Connectivity Index (LSBCI)	34
3.1.3	Port Liner Shipping Connectivity Index (PLSCI).....	37
3.1.4	Logistics Performance Index (LPI)	39
3.1.5	Trading Across Borders Index (TAB).....	42
3.1.6	Quality of Port Infrastructure (QPI)	43
3.1.7	Container Port Performance Index (CPPI)	46
3.1.8	Global Supply Chain Stress Index (GSCSI).....	48
3.1.9	Port Performance Indicators Selection and Measurement (PPRISM).....	50
3.1.10	Harper Petersen Charter Rates Index (HARPEX).....	52
3.1.11	World Container Index (WCI)	54
3.1.12	Trade Facilitation Indicator (TFIs).....	56
3.1.13	Supply Chain Stability Index	58
3.1.14	Port Environnemental Index (PEI)	60
3.1.15	Total Factor Productivity Index (TFPI)	62
3.1.16	Time and Capacity Transport Index (TCT).....	64
3.1.17	Container Port Connectivity Index (CPCI)	66
3.1.18	Foreland Port Connectivity Index (FPCI)	67
3.1.19	CPCI decomposition	69
3.1.20	Roll-on Roll-off Connectivity index (RORO)	71
3.2	CLASSIFICATION ET SELECTION DES INDICES MARITIMES	73
3.3	ANALYSE COMPARATIVE.....	78
3.4	L'EXEMPLE DU PORT DE ZEEBRUGGE	83
3.4.1	La description du port de Zeebrugge.....	83
3.4.2	Rappel sur la méthode de calcul des indices pour le cas du port de Zeebrugge :	86
	CHAPITRE 4 DISCUSSION DES RÉSULTATS	91
4.1	LES OBSTACLES DES INDICES DE CONNECTIVITE MARITIME.....	92
4.2	LES FACTEURS DE PREVALENCE ENTRE LES INDICES DE CONNECTIVITE ET INDICATEURS DE PERFORMANCE	99
4.3	L'UTILISATION DES INDICES MARITIMES PAR LES PARTIES PRENANTES ET LEURS ROLES RESPECTIFS	103

4.3.1 L'analyse de l'utilisation des indices de connectivité dans les rapports annuels des autorités portuaires.....	105
4.3.2 L'analyse de l'utilisation des indices de connectivité dans les rapports des organisations internationales.....	113
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	122
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	127

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Liner Shipping Connectivity Index (LSCI)	33
Tableau 2 Liner Shipping Bilateral Connectivity Index (LSBCI)	37
Tableau 3 Port Liner Shipping Connectivity Index (PLSCI)	39
Tableau 4 Logistics Performance Index (LPI).....	41
Tableau 5 Trading Across Borders Index (TAB)	43
Tableau 6 Quality of Port Infrastructure (QPI).....	45
Tableau 7 Container Port Performance Index (CPPI)	48
Tableau 8 Global Supply Chain Stress Index (GSCSI)	50
Tableau 9 Port Performance Indicators Selection and Measurement (PPRISM)	52
Tableau 10 Harper Petersen Charter Rates Index (HARPEX)	54
Tableau 11 World Container Index (WCI)	55
Tableau 12 Trade Facilitation Indicators (TFIs).....	58
Tableau 13 Supply Chain Stability Index	60
Tableau 14 Port Environnemental Index (PEI).....	62
Tableau 15 Total Factor Productivity Index (TFPI)	63
Tableau 16 Time and Capacity Transport Index (TCT)	65
Tableau 17 Container Port Connectivity Index (CPCI).....	67
Tableau 18 Foreland Port Connectivity Index (FPCI).....	69
Tableau 19 CPCl decomposition	71
Tableau 20 Roll-on Roll-off Connectivity index (RORO)	73
Tableau 21 Classification des indices maritimes selon les cinq catégories	75

Tableau 22 Analyse comparative sur les indices de connectivité maritime.	79
Tableau 23 Méthode de calcul	86
Tableau 24 Les obstacles des indices de connectivité	95
Tableau 25 Intersections entre les indices de connectivité et les indicateurs de performance.....	100
Tableau 26 Données observées et relevées à partir des résultats présentés dans les rapports annuels de quatre ports.....	107

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Diagramme illustrant le processus de recherche	26
Figure 2 Port de Zeebrugge (Belgique). Note. Tiré de : Google Mapp © (Google, 2024).....	85
Figure 3 : Résultats de performance en 2023, port de Montréal. Rapport annuel 2023 (p. 3), par l'Administration du port de Montréal, 8 mai 2024.....	110
Figure 4: Résultats de performance en 2023 MPA Singapore. Annuel Report 2023 (p. 11), par MPA Singapore, 2023.....	110
Figure 5: Résultats de performance en 2023, port de Halifax. Rapport annuel 2023 (p. 4), par Autorité portuaire d'Halifax, 2023.	111
Figure 6: Résultats de performance en 2023, port de Toronto. Rapport annuel 2023 (p. 20), par Ports Toronto, 9 mai 2024.....	111
Figure 7 : Croissance du commerce maritime, en tonnes et en tonnes mille, 2000–2024 (Variation annuelle en pourcentage). Étude sur les transports maritimes 2023 (p. 7), par CNUCED, 27 sept. 2023.	116
Figure 8 : Nombre d'escales par semestre à l'échelle mondiale, 2018–2022. Étude sur les transports maritimes 2023 (p. 9), par CNUCED, 27 sept. 2023.....	117
Figure 9 : Distance moyenne parcourue par les céréales, les autres marchandises sèches en vrac, les marchandises conteneurisées et le pétrole, 1999–2024 (Milles marins). Étude sur les transports maritimes 2023 (p. 10), par CNUCED, 27 sept. 2023.....	117
Figure 10 : La connectivité du transport maritime de conteneurs reste inférieure aux niveaux pré-COVID-19 dans les petits États insulaires en développement. Étude sur les transports maritimes 2023 (p. 11), par CNUCED, 27 sept. 2023.....	118
Figure 11: Diagramme du tableau de bord de la performance portuaire adapté. La gestion portuaire, 2023, Volume 11 : indicateurs de performance portuaire (p. 51), par CNUCED, 16 oct. 2023.....	119

Figure 12 : Indicateurs des opérations liées aux marchandises (Autorité portuaire de Valence). La gestion portuaire 2023 Volume 11 : indicateurs de performance portuaire (p. 56), par CNUCED, 16 oct. 2023.....	119
Figure 13 : Indice de connectivité des transports maritimes réguliers, 2021-2022. La gestion portuaire, 2023, Volume 11 : indicateurs de performance portuaire (p. 62), par CNUCED, 16 oct. 2023.....	120

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

AIS : Automatic Identification System

APM : Administration portuaire de Montréal

ASCM: Association for Supply Chain Management

ASLOG : Association française pour la Logistique

BM : Banque Mondiale

CETMO : Centre d'Études des Transports pour la Méditerranée occidentale

CNUCED : Conférence des Nations Unies pour le Commerce et le Développement

CPCI : Container Port Connectivity Index

CPCI decomposition

CPPI : Container Port Performance Index

ESPO : European Sea Ports Organisation

EVP : équivalent Vingt-Pieds (Unité de mesure de la capacité des conteneurs)

FPCI: Foreland Port Connectivity Index

GCSN: Global Container Shipping Network

GCSI: Global Supply Chain Stress Index

HARPEX: Harper Petersen Charter Rates Index

HITS: Hyperlink-Induced Topic Search

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

LPI: Logistics Performance Index

LSBCI: Liner Shipping Bilateral Connectivity Index

LSCI: Liner Shipping Connectivity Index

MTCM: Maximum Transportation Capacity Model

MTTM: Minimum Transportation Time Model

NCA: Necessary Condition Analysis

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

OMC : Organisation mondiale du commerce

PAIE : Port Authority Environnemental Index

P-C : Porte- Conteneur (Type de navire pour les marchandises conteneurisées)

PEI : Port Environnemental Index

PLSCI : Port Liner Shipping Connectivity Index

PPRISM : Port Performance Indicators Selection and Measurement

QPI : Quality of Port Infrastructure

RORO : Roll-on/Roll-off (Type de navire pour les véhicules roulants)

RORO: Roll-on Roll-off Connectivity index

SCC: Supply Chain Concil

SCOR: Supply Chain Operations Reference

SEI: Ship Environnemental Index

SSS: Short Sea Shipping

SVAR: Structural Vector Autoregression

TAB: Trading Across Borders Index

TCT: Time and Capacity Transport Index

TEI : Terminal Environnemental Index

TFI : Trade Facilitation Indicators

TFPI: Total Factor Productivity Index

TMR : Transport maritime régulier

UMEOA : Union économique et monétaire ouest-africaine

WCI : World Container Index

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le transport maritime est plus qu'un simple vecteur d'échange, c'est un pilier du commerce international. Il joue un rôle primordial dans l'économie mondiale, tant en amont qu'en aval des activités commerciales. Il est assuré par sa capacité à se connecter avec les différents secteurs économiques, que ce soit horizontalement ou verticalement, ce qui en fait un élément essentiel au développement économique et à l'équilibre économique d'un pays (Mačiulis, 2009).

L'intermodalité et la synchronisation des différents modes de transport aérien, routier et ferroviaire avec le transport maritime assurent une chaîne logistique intégrée, tout en optimisant la fluidité des flux de marchandises, la flexibilité opérationnelle et l'efficacité globale des réseaux de transport. Cette intégration s'appuie sur une gestion optimisée des flux de marchandises, en marquant l'importance de la logistique et de la chaîne logistique dans l'efficacité des systèmes de transport. Il est donc essentiel de comprendre ces deux concepts. Selon le Council of management :

[l]a logistique est une partie des activités d'une chaîne logistique (Supply chain). Elle concerne la planification, l'exécution et le contrôle des flux efficient et effectif du stockage de produits, de la gestion de l'information relative à ces fonctions du point d'origine au point de consommation pour satisfaire les besoins des clients. (Cité dans Jokar et al., 2002, p. 10)

En outre, l'Institut of Logistics définit la chaîne logistique comme « une séquence d'activités qui servent à satisfaire les clients. Elle peut contenir les activités d'approvisionnement, de production, de distribution et de gestion des déchets, avec le transport associé, le stockage et la technologie informatique. » (Cité dans Jokar et al., 2002, p. 10)

Ainsi, la logistique et le transport font partie intégrante de la chaîne logistique et permettent d'optimiser les opérations portuaires en réduisant les temps de transit, de limiter la congestion et, par conséquent, de diminuer les coûts de transport (Arvis et al., 2023).

Cette optimisation logistique s'inscrit également dans un contexte global marqué par l'expansion des corridors maritimes internationaux, qui influence directement la croissance des flux commerciaux mondiaux. Au cœur de cette mutation se trouve la conteneurisation, qui a transformé les pratiques logistiques depuis les années 1970 (Frémont, 2019). En introduisant un standard universel de conditionnement des cargaisons, elle a permis une rationalisation des opérations portuaires, une réduction des coûts de manutention ainsi qu'une fluidité accrue des échanges (Notteboom et al., 2022). En tant que mode de transport intermodal, le conteneur permet un passage fluide entre le maritime, le ferroviaire, et le routier, tout en assurant rapidité, sécurité et compétitivité économique sur de longues distances (Hoffmann, 2005).

Cette innovation a été un vecteur fondamental de la fragmentation et de l'internationalisation des chaînes d'approvisionnement, en particulier dans les secteurs manufacturiers et semi-finis (Frémont, 2019). Elle a ainsi soutenu la montée en puissance des économies industrialisées, en facilitant la spécialisation des territoires et l'optimisation géographique de la production (Frémont, 2019). Aujourd'hui, la conteneurisation constitue l'épine dorsale des chaînes logistiques mondiales en assurant la synchronisation des flux entre les différents maillons logistiques et en consolidant un réseau productif mondial intégré (Rousset, 2018). En outre, pour un meilleur fonctionnement et une meilleure fluidité de cette chaîne logistique, sont essentielles pour une bonne gestion des informations entre les différents modes de transports.

L'efficience de l'intermodalité et de l'intégration des chaînes de transport constitue un enjeu stratégique majeur dans un contexte d'intensification des échanges internationaux et de la densification des flux logistiques (Mačiulis, 2009). Pour garantir la continuité des échanges commerciaux, il est essentiel d'optimiser les relations entre les différents modes de transports et de coordonner efficacement les opérations à chaque maillon de la logistique.

La coordination fluide des opérations entre les différents maillons de la chaîne logistique permet d'améliorer la fiabilité et la résilience entre les différents acteurs du secteur, ce qui renforce ainsi la compétitivité portuaire tout en soutenant la croissance économique à l'échelle nationale et internationale.

Dans ce contexte, la gestion performante des flux d'informations devient un levier essentiel. Une circulation fluide et maîtrisée des données tout au long de la chaîne logistique favorise une prise de décision rapide, l'anticipation des contraintes opérationnelles et l'ajustement dynamique des processus logistiques (Liu, 2015). Le transport maritime, au cœur de ces échanges, dépasse ainsi les limites géographiques en structurant un réseau interconnecté de ports, capable de faire circuler les marchandises de manière fluide à l'échelle mondiale. Toutefois, cet équilibre nécessite une approche intégrée entre croissance économique et responsabilité environnementale, impliquant une relation étroite entre les différentes parties prenantes du secteur maritime. Effectivement, pour que cette chaîne logistique soit efficace, durable et fluide, il est indispensable que les acteurs du secteur de transport maritime s'impliquent activement dans cette dynamique.

Parmi ces parties prenantes, les autorités portuaires assurent la gestion et le contrôle des infrastructures, alors que les opérateurs portuaires et les compagnies maritimes garantissent l'efficacité des flux de marchandises. D'autre part, les gouvernements et les organisations internationales supervisent la réglementation des normes et veillent au développement durable du transport maritime. Dans ce contexte, les technologies avancées, telles que les systèmes de suivi en temps réel, les tableaux de bord analytiques et les logiciels basés sur l'intelligence artificielle, jouent un rôle croissant dans l'optimisation des opérations. Ces outils analytiques permettent aux gestionnaires de la chaîne logistique de réagir rapidement aux fluctuations de la demande, aux perturbations affectant les différents maillons de la chaîne ainsi qu'à d'autres défis logistiques, garantissant ainsi une meilleure fluidité et résilience des échanges maritimes (Frémont, 2009).

Dans cette dynamique de croissance du commerce maritime, d'optimisation des infrastructures portuaires et du respect de l'environnement, l'acceptabilité sociale devient un

enjeu central pour tout projet. En effet, l'intervention des communautés locales et des associations environnementales influence les décisions stratégiques et réglementaires pour s'assurer que les projets respectent les écosystèmes côtiers et les ressources naturelles. L'acceptabilité sociale ne se limite donc pas à l'adhésion des parties prenantes, mais est directement en lien avec la capacité des promoteurs de projets à concilier développement économique, préservation de l'environnement et retombées positives pour la collectivité.

À titre d'exemple, le projet d'expansion du port de Montréal à Contrecoeur qui illustre bien cette dynamique. Estimé à environ 1,15 million de conteneurs par an, soit 60 % de la capacité du port de Montréal, le terminal de contrecoeur vise à répondre aux besoins croissants du commerce maritime tout en respectant des normes environnementales plus exigeantes (Bastin, 2025). Sa mise en exploitation, prévue en 2029, devrait générer d'importantes retombées économiques (Bastin, 2025). Il estime que près de 6500 emplois seront créés durant la phase de construction, tandis que 1100 emplois permanents seront maintenus une fois le terminal en activité (Bastin, 2025). Le projet bénéficie également d'une aide financière de 130 M\$ de la part du gouvernement du Québec, destinée à la croissance du commerce maritime et le renforcement de la compétitivité économique du Québec et du Canada (Port de Montréal, 2025). Ces informations chiffrées permettent d'évaluer l'impact économique direct du projet, un facteur clé dans le processus d'acceptabilité sociale, car il démontre les bénéfices potentiels pour la communauté locale en termes d'emplois et développement économique.

Au début ce projet, qui vise la construction d'un terminal à conteneurs sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, avait suscité une forte opposition. Les préoccupations environnementales et sociales ont conduit à un débat public autour des impacts du projet sur les milieux naturels et sur la qualité de vie des riverains. Les critiques portaient plus précisément sur la préservation de la biodiversité marine et des habitats naturels des espèces protégées ainsi que sur les risques de congestion accrue du réseau de transport terrestre. Face à ces défis, le projet avait été suspendu, en prenant en compte une approche plus équilibrée

entre le développement économique et la nécessité d'assurer une gestion durable des ressources maritimes (Bastin, 2025).

Cependant, après plusieurs ajustements et la mise en place de nouvelles mesures d'atténuation environnementale, le projet a finalement été approuvé. Les nouvelles orientations incluent des engagements plus stricts en matière de préservation des écosystèmes, l'intégration de technologies de réduction des impacts environnementaux et un dialogue renforcé avec les parties prenantes locales (Bastin, 2025).

Cependant, le projet reste en attente d'un dernier feu vert. L'Administration portuaire de Montréal (APM) doit obtenir un permis en vertu de la loi sur les espèces en péril, car la construction du terminal entraînera la destruction d'une partie de l'habitat essentiel du chevalier cuivré, une espèce de poisson unique au monde et en voie d'extinction. Une décision à cet effet est attendue d'ici l'été 2025 (Bastin, 2025).

Ainsi, l'évolution de ce projet montre bien comment les préoccupations environnementales peuvent influencer la planification et la mise en œuvre des infrastructures maritimes. Elle illustre également la manière dont les grands projets doivent aujourd'hui s'adapter pour concilier développement économique et protection de l'environnement en intégrant des innovations technologiques et des solutions durables pour assurer une gestion responsable des ressources maritimes.

Dans cette perspective, l'intégration des ports maritimes aux réseaux d'échanges commerciaux ne pose pas uniquement sur le développement d'infrastructures portuaires ou sur une gestion durable des ressources, mais également sur l'adoption d'outils d'évaluation permettant de mesurer l'efficacité logistique, la fluidité des flux et l'impact économique des activités portuaires. Pour mieux comprendre cette dynamique et renforcer cette interconnexion, une panoplie de méthodes ont été développées dans le cadre de la recherche et du développement.

Dans ces méthodes, on trouve les indicateurs de performance logistique, élaborés par des professionnels en management, et les indices maritimes, développés par des

organisations internationales telles que la CNUCED et la Banque mondiale (BM) (Kakou, 2024).

Ces outils jouent un rôle stratégique dans l'analyse, la planification et l'optimisation des opérations portuaires à l'échelle mondiale (Frémont, 2009). Ils permettent une évaluation détaillée des flux de fret, des coûts d'acheminement et des capacités opérationnelles des terminaux, facilitant ainsi la prise de décision par les acteurs du commerce international et contribuant à la performance portuaire. Les indicateurs de performance logistique sont souvent centrés sur l'efficience interne des ports et des terminaux. Ils mesurent, par exemple, le taux d'occupation des quais, le temps d'attente des navires en rade ou encore le tonnage moyen par arrivée/départ. Ces indicateurs permettent de suivre l'évolution de la performance du port par rapport aux autres ports à l'échelle mondiale.

En parallèle, les indices maritimes offrent une vision plus macro-économique en s'appuyant sur des bases de données harmonisées et des méthodologies comparables. Par exemple, l'indice The Global Supply Chain Stress Index (GSCI), développé par Arvis et al., (2024), mesure l'impact des perturbations maritimes sur la capacité des ports à les surmonter. Il s'appuie sur des données telles que les délais d'escale, la congestion portuaire et le suivi des navires Automatic Identification System (AIS). Il permet d'anticiper des crises économiques, d'adapter les stratégies d'investissement et de renforcer la résilience des ports face aux circonstances mondiales. De plus, la CNUCED a développé en 2004 le Liner Shipping Connectivity Index (LSCI), qui s'appuie sur le cadre global des échanges commerciaux internationaux de biens et services entre les ports, dépendant directement de la couverture des lignes maritimes régulières (CNUCED, 2023c). Pourtant, un port ou un pays désavantage par ces décideurs se trouve éloigné des évolutions économiques mondiales (CNUCED, 2019). Néanmoins, la Banque mondiale, propose le Logistics Performance Index (LPI), qui mesure l'efficacité des chaînes logistiques grâce à divers indicateurs dont l'infrastructure, la logistique internationale, la compétence logistique et la qualité du service. Ces indices offrent une vision globale sur la performance logistique, mais leur adoption reste limitée (Arvis et al., 2024). En constat qui demande à être examiné de plus près.

CHAPITRE 1

CONTEXTUALISATION DE LA PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Jusqu'au XX^e siècle, la gestion des performances portuaires reposait davantage sur des outils qualitatifs que sur des outils quantitatifs standardisés, tels que la nature des escales et de la marchandise (France Archives, 2023). La collecte des données sur le transport maritime était faite à partir de diverses sources, comme Lloyd's List, qui fournissait des informations sur les escales de navires de commerce sans offrir une vision complète et structurée des flux maritimes mondiaux (Ducruet, 2014). Ces données étaient principalement utilisées à des fins administratives par les registres nationaux des ports et les douanes, qui adoptaient une approche fiscale plutôt que stratégique (France Archives, 2023).

L'absence de méthodologies standardisées et de bases de données harmonisées compliquait la comparaison des performances entre les ports et les compagnies maritimes. L'activité maritime était évaluée sur des bases empiriques, souvent limitées à des indicateurs de performance comme le volume de marchandises transportées, la fluctuation des tarifs et de fret et la rentabilité des compagnies (Lacoste et al., 2008).

Avec la mondialisation et l'évolution du commerce international après 1990, la nécessité d'un suivi plus précis et standardisé s'est imposée (Ducruet, 2014). Les premières recherches sur la performance portuaire se sont concentrées sur des aspects clés tels que l'efficience et la productivité des ports, tout en mettant en relation les entrées (les infrastructures portuaires, la main-d'œuvre, les équipements, etc.) et les sorties (le temps d'attente, le volume de cargaison, la durée d'immobilisation des marchandises, etc.) (Jebrane et al., 2020).

À partir des années 1980, l'amélioration de la performance est devenue une préoccupation centrale pour les entreprises (Benghalia, 2015). Le degré de la complexité des différentes entités impliquées dans le fonctionnement d'un terminal à conteneurs exige une amélioration continue de la performance, notamment en raison des coûts associés et de l'impact sur les capacités de manutention de conteneurs. En effet, une seule mesure de

performance n'est pas suffisante (Henesey, 2006). Aujourd'hui, les parties prenantes (les autorités portuaires, les opérateurs portuaires, etc.) ne se limitent plus aux coûts d'investissement et à la productivité, elles orientent leurs stratégies pour assurer quotidiennement la fluidité des flux informationnels et physiques (Notteboom et al., 2022).

Les parties prenantes ont aussi commencé à mettre en place des indices maritimes et des modèles de performances telles que le modèle Supply Chain Operations Reference (SCOR), développé en 1996 par le Supply Chain Concil (SCC) et qui vise à simplifier le processus de gestion de la chaîne logistique, ainsi que le modèle de Volvo qui était une base pour le guide logistique connue sous le nom d'Association française pour la Logistique (ASLOG). Ce dernier, créé en 1990, avait pour objectif d'évaluer la pertinence d'un système logistique (El Bakkouri, 2021).

Avec l'évolution des réseaux de transport maritime, il devient nécessaire de développer des indices maritimes plus spécifiques, notamment pour mesurer la compétitivité et l'intégration des ports au sein du réseau maritime international. Ces indices maritimes ont contribué à améliorer la performance opérationnelle tout en permettant d'anticiper les éventuels risques susceptibles de freiner le dynamisme de ce réseau de transport maritime. La CNUCED a ainsi créé le premier indice de connectivité maritime en 2004, qui sert à mesurer le niveau d'intégration des pays dans le transport maritime à l'international (Petroff, 2024). Les parties prenantes ont continué à développer d'autres indices maritimes plus spécifiques pour mieux évaluer la performance et la connectivité maritime des pays, afin d'obtenir des résultats clairs et pertinents.

Dès 1968, la CNUCED avait déjà commencé à structurer le suivi du transport maritime en publiant une revue annuelle compilant des données détaillées sur le commerce maritime, les infrastructures portuaires et l'évolution du marché. Cette revue est devenue une référence pour les décideurs et les acteurs du secteur maritime, offrant des statistiques précises et des analyses approfondies sur l'état du transport maritime à l'échelle mondiale (CNUCED, 2023c).

En effet, Ducruet (2014) explique qu'« [i]l fallut attendre la fin des années 1990 pour que de véritables analyses globales des flux maritimes soient produites, mettant en lumière la structure des échanges entre les pôles économiques majeurs et la centralité des ports dans le réseau des flux conteneurisés ». Face aux besoins croissants des acteurs, des méthodes plus rigoureuses ont ainsi été développées pour structurer et exploiter ces données, dans le but d'élaborer des indices maritimes exploitables pour la recherche et d'aider à la prise de décisions (CNUCED, 2023c).

Les organisations internationales, notamment la CNUCED et la Banque mondiale, ont alors structuré la collecte et l'analyse des données en utilisant à partir de différents outils comme les exercices d'autodiagnostic. Ce cadre méthodologique a permis d'aboutir à une classification des indicateurs de performance maritime en sept grandes catégories : finances, ressources humaines, opérations liées aux navires et opérations liées aux marchandises, gouvernance, à la résilience et à la durabilité environnementale (CNUCED, 2023c).

Une avancée majeure a été la création, en 2004, de l'indice LSCI par la CNUCED (CNUCED, 2019). Cet indice vise à mesurer le niveau d'intégration des pays dans les réseaux mondiaux de transport maritime (CNUCED, 2019). Il considère six composantes clés, parmi lesquelles la fréquence des services de transport maritime, le nombre de compagnies desservant un port donné et la capacité des navires utilisés sur les principales routes maritimes (Kakou, 2024). En fournissant une mesure comparative de la connectivité maritime des pays, le LSCI a permis aux décideurs politiques et aux opérateurs portuaires d'adopter des stratégies plus efficaces pour améliorer l'accessibilité et la compétitivité des ports (CNUCED, 2019). Ces indices maritimes sont mis à jour annuellement par la CNUCED et ses collaborateurs, ce qui permet d'intégrer de nouvelles composantes qui couvrent divers aspects de la connectivité maritime afin de répondre aux besoins des parties prenantes (CNUCED, 2023c).

Pour calculer ces indices maritimes, on doit utiliser trois outils principaux : le questionnaire d'auto-évaluation, une liste exhaustive de quelque 250 indicateurs de performance clef pouvant être filtrés et un catalogue contenant plus de 300 mesures de

transport durable de marchandises (CNUCED, 2019). Les indicateurs clefs de performance ainsi recensée permettent aux utilisateurs d'analyser la situation actuelle et de suivre son évolution.

En effet, malgré ces avancées et la diversité des indices maritimes existants, leur utilisation par les parties prenantes du transport maritime international n'est toujours pas une pratique courante, en raison de plusieurs obstacles (Kakou, 2024). Cette situation nous a poussés à identifier les freins à leur adoption. D'ailleurs, les composantes de ces indices nécessitent une large base de données, des listes exhaustives des indicateurs de performance, et une capacité à recueillir des informations provenant de nombreuses sources. Or, plusieurs entités ne disposent pas encore des systèmes adéquats pour accumuler ces données et assurer un suivi fiable et structuré. Ainsi que, l'adoption de ces indices varie selon le niveau de développement des pays et aussi aux différences méthodologiques et aux enjeux politiques qui freinent encore l'intégration généralisée de ces indices (CNUCED, 2019).

Cette recherche vise donc, tout d'abord à clarifier ces concepts des indicateurs de performance et des indices maritimes, puis à analyser, à travers les exercices des sections 3.4 et 4.3, l'écart existant entre la théorie et la pratique. Nous présenterons également le fonctionnement et l'utilité de ces indices tout en identifiant les obstacles qui freinent leur adoption.

1.1 DEFINITION DE LA PERFORMANCE LOGISTIQUE

La performance logistique est un concept complexe qui doit être compris de façon transversale et globale sur toute la chaîne logistique (Voyer, 1999). Selon Pichot (2006), « la performance est l'efficience et l'efficacité d'une organisation à réaliser ses objectifs » (Citée dans El Bakkouri, 2021). C'est un concept multidimensionnel qui vise à optimiser les ressources et à maximiser la création de valeur. (El Bakkouri, 2021), pour mesurer la performance, il faut des indicateurs susceptibles d'évaluer la réactivité logistique.

Comprendre la distinction entre les indicateurs de performance et les indices maritimes du transport maritime constitue l'un des objectifs de notre étude.

1.2 DEFINITION DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

L'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA) définit les indices de performance comme suit :

Un indicateur est un moyen de mesurer les résultats obtenus par rapport aux résultats prévus ou escomptés, sur le plan de la qualité et de la quantité. C'est une statistique quantitative ou qualitative qui fournit un moyen fiable et simple de mesurer les progrès, les changements liés à une intervention. (UEMOA, 2021)

Cependant, dans une perspective logistique, un indicateur de performance est plus qu'un outil de mesure. Il est directement lié à une action à piloter, et vise à améliorer la compétitivité par quatre concepts : la fiabilité, l'efficience, la réactivité, et le respect de l'environnement. (Ouariti et al., 2017)

Un indicateur de performance représente une variable quantifiable pertinente pour la prise de décision et le pilotage (Granger, 2020). Il permet également d'évaluer les résultats obtenus après l'exécution des tâches, et ce dans tous les secteurs, y compris celui du transport. En général, à tous les niveaux décisionnels, qu'ils soient stratégiques, tactiques ou opérationnels, les indicateurs de performance ont pour objectif l'évaluation de l'efficacité et de la viabilité du système (Benghalia, 2015).

Pour mesurer la performance, il est important de choisir un indicateur qui soit directement relié avec ce qu'on recherche. Cet indicateur doit être objectif et mesurable, calculé à partir des données fiables et disponibles. De plus, il est essentiel de prendre en considération les variations et l'évolution des éléments observés afin d'assurer une évaluation pertinente et dynamique (El Bakkouri, 2021).

En somme, les indicateurs de performance permettent de contrôler le bon déroulement des opérations de gestion et de veiller aux améliorations possibles. Ils ne sont jamais définitifs, car ils évoluent en fonction des besoins et des objectifs des parties prenantes.

1.3 LES TYPES D'INDICATEURS DE PERFORMANCE

Les indicateurs de performance, également appelés indicateurs de performance intelligents, sont développés selon le principe SMART (S : spécifique, M : mesurable, A : atteignable, R : raisonnable, T : temporel) (Benghalia, 2015, p. 65).

Selon Granger (2020), deux types d'indicateurs de performance sont distingués. Le premier type est l'indicateur de résultat qui permet d'évaluer si l'objectif fixé a été atteint. Le deuxième type est l'indicateur de suivi, qui sert à anticiper les résultats et à orienter les décisions. Par exemple, un indicateur de performance qui mesure le taux de manutention des conteneurs par heure dans un terminal peut révéler une baisse de productivité. Dans ce cas, il incitera à identifier les causes afin de mettre en place les mesures appropriées.

Dans une approche complémentaire, Chan (2003), classe-les indicateurs en deux types : quantitatifs et qualitatifs. Les indicateurs quantitatifs portant sur des éléments mesurables tels que le nombre ou le pourcentage d'objets impliqués dans le fonctionnement de l'organisation étudiée. Tandis que, les indicateurs qualitatifs concernant des aspects plus subjectifs, comme le temps de séjour des conteneurs, le taux de rendement, etc.

Ainsi en croisant ces différentes typologies, il apparaît que ce sont le choix pertinent et la bonne utilisation des indicateurs qui mettent en évidence l'importance essentielle des indicateurs de performance et permettent ainsi de garantir la pertinence des résultats obtenus. Chaque terminal portuaire doit maîtriser l'ensemble des processus opérationnels, ses coûts et ses stratégies de gestion, afin d'assurer une gestion rentable et efficiente du port. (El Bakkouri, 2021).

Les indicateurs opérationnels constituent des outils d'aide à la décision qui offrent aux décideurs un cadre structuré pour assurer la planification et le suivi sur le moyen terme, en mesurant la performance, le fonctionnement du port ainsi que le niveau d'exigence des clients (Benghalia, 2015). Cependant, une seule mesure de performance peut s'avérer insuffisante.

Les indicateurs les plus utilisés sont : le nombre d'arrivées de navires et leur temps de séjour dans le quai ainsi le nombre de conteneurs manutentionnés par heure quand le navire est à quai (Benghalia, 2015, p. 66).

Ces indicateurs de performance, bien qu'essentielle, ne suffisent pas à eux seuls à évaluer l'ensemble de la performance portuaire, notamment ce qui concerne la dimension plus globale de la connectivité, ce qui nous amène à nous pencher sur la définition de la connectivité maritime ainsi que celle de l'indice de connectivité.

1.4 DEFINITION DE LA CONNECTIVITE MARITIME

Avant de définir l'indice de connectivité, il est essentiel de se pencher sur la notion de connectivité maritime. Celle-ci est décrite comme suit :

La connectivité maritime est un concept intégral qui englobe les différentes dimensions (le réseau de liaisons maritimes entre les ports, le passage portuaire et la connexion avec l'arrière-pays), les acteurs et le processus qui composent et participent au transport de marchandises, dans lequel le mode maritime est impliqué. (CETMO et al., 2022, p. 8).

La notion de connectivité maritime s'est développée dans une perspective globale du transport maritime, fondée sur la mise en place d'un réseau de ports interconnectés favorisant une navigation maritime fluide et efficace. Son évolution, combinée à la baisse des coûts de transport et à la facilitation des échanges, constitue un élément clé de la compétitivité portuaire. En effet, plus un port parvient à élargir son réseau de transport maritime, plus les coûts de transport diminuent, ce qui stimule l'augmentation des volumes d'échanges et soutient la croissance du commerce international (Fugazza et al., 2017).

En résumé, la connectivité maritime est un facteur stratégique multidimensionnel visant à évaluer la capacité d'un port à se connecter efficacement à l'arrière-pays grâce à la qualité et à l'efficacité des liaisons maritimes, assurant ainsi une fluidité des échanges commerciaux.

1.5 DEFINITION DE L'INDICE DE CONNECTIVITE

Selon l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) (2016), la définition de l'indice est la suivante :

L'indice d'une grandeur est le rapport entre la valeur de cette grandeur au cours d'une période courante et sa valeur au cours d'une période de base. Il mesure la variation relative de la valeur entre la période de base et la période courante. Souvent, on multiplie le rapport par 100 ; on dit : indice base 100 à telle période. Les indices permettent de calculer et de comparer facilement les évolutions de plusieurs grandeurs entre deux périodes données.

Dans le domaine du transport maritime, l'indice de connectivité maritime devient un outil essentiel pour évaluer la performance des réseaux de transport maritime. En effet, il prend en compte plusieurs indicateurs, notamment le nombre de destinations fréquentées, les coûts reliés aux opérations logistiques et la régularité des services, permettant ainsi d'analyser l'accessibilité et l'intégration des ports au sein du commerce international (Petroff, 2024)

1.6 LES TYPES DES INDICES MARITIMES

Nous savons maintenant que les indicateurs ont pour objectif de mesurer la performance, ce qui explique la nomination « indicateurs de performance ». Les indices maritimes, quant à eux, visent à évaluer la connectivité en s'appuyant sur un ensemble d'indicateurs. Autrement dit, un indice est une valeur composite construite à partir de plusieurs indicateurs (voir la section 3.1).

Selon Petroff (2024), l'indice de la connectivité maritime mesure la capacité et l'efficacité opérationnelle d'un port ou d'un pays à s'intégrer dans un réseau maritime. Le Liner Shipping Connectivity Index (LSCI), le premier indice de connectivité du transport maritime de ligne, a été créé en 2004 par la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement (Petroff, 2024). Il est également considéré comme l'un des principaux déterminants du commerce international (Fugazza et al., 2017). Le LSCI a été largement exploité dans plusieurs études, notamment sur le commerce international ainsi que sur l'efficience portuaire (Hoffmann et al., 2017).

Le LSCI permet aux ports d'évaluer leur niveau de la connectivité et de se comparer à d'autres ports (Fugazza et al., 2013). Cet indice a été calculé à partir de cinq composants :

[L]e trafic maritime passant par le pays, la capacité de conteneurs des navires en EVP, le tonnage maximal des navires, le nombre de services maritimes et le nombre de compagnies opérant dans le pays (Petroff, 2024, p. 4).

Ensuite, la CNUCED a poursuivi le développement des indices maritimes en fonction des objectifs des parties prenantes. Parmi ces indices maritimes, on trouve le LSBCI (Liner Shipping Bilateral Connectivity Index), son objectif est d'évaluer entre deux pays le degré d'intégration dans le réseau international de transport maritime (Petroff, 2024). Nous pouvons également citer le PLSCI (Port Liner Shipping Connectivity Index), qui se base sur l'efficacité des ports et leur degré d'intégration dans le système mondial de transport maritime (Petroff, 2024).

Malgré leur emploi répandu dans la littérature, les indices de la CNUCED sont confrontés à des limites. Par exemple, ils sont basés uniquement sur des facteurs de qualité, où chaque variable est pondérée de manière égale (Martínez-Moya et al., 2020). De plus, ils ne montrent qu'une partie de la connectivité et n'entrent pas dans les détails (Bartholdi et al., 2016). Ainsi, des chercheurs s'appuient sur la théorie des graphes [...] l'algorithme de Kleinberg (1999) développé par Bartholdi et al. (2016), ou sur d'autres indicateurs de performance basés sur le temps et la capacité de transport, introduits par Jiang et al. (2015) [...] (Petroff, 2024, p. 4).

Ces nouvelles mesures permettent une analyse plus détaillée de l'intégration portuaire, car elles produisent des résultats différents selon les importations et les exportations du port (Petroff, 2024).

Dans cette optique, la littérature sur la connectivité s'est élargie, abordant le concept sous divers angles, allant du commerce international à l'efficience portuaire en passant par la théorie des réseaux (Petroff, 2024). De même, les indicateurs visant à mesurer la connectivité maritime n'ont cessé d'évoluer, offrant aujourd'hui des liaisons portuaires à l'échelle mondiale grâce à la diversité des méthodes de calcul (Petroff, 2024).

Ainsi, bien que les indices maritimes offrent une vision globale des liaisons portuaires et de leur intégration dans le commerce international, leur adoption dans la gestion portuaire reste limitée. En réalité, ces indices, malgré leur pertinence, affrontent plusieurs obstacles qui entravent leur utilisation au quotidien.

1.7 UTILISATION DES INDICES MARITIMES PAR LES PARTIES PRENANTES

Dans un contexte de mondialisation croissante des échanges et d'optimisation des chaînes logistiques, la performance des ports est devenue un enjeu majeur pour les parties prenantes. On mesure cette performance à l'aide des outils spécifiques qui permettent d'évaluer l'efficacité et la fluidité des opérations portuaires ainsi la compétitivité des ports (Talkhokhet et al., 2021). Cependant, au-delà des indicateurs de performance logistique, qui sont largement intégrés dans les pratiques de gestion et de suivi des ports, il existe d'autres outils de mesure qui sont les indices maritimes développés par des organisations internationales comme la CNUCED et la Banque mondiale.

Les indices maritimes sont définis comme suit :

L'indice de connectivité portuaire est un indicateur qui évalue la qualité et l'efficacité des liaisons d'un port avec d'autres ports à travers le monde. Il mesure la capacité d'un port à être intégré dans le réseau maritime international, en tenant

compte de plusieurs facteurs, tels que : le nombre de services maritimes réguliers [...], la diversité des destinations [...], la taille des navires desservant le port [...], la capacité d'accueil [...], les infrastructures terrestres [...]. (Ministère de l'Économie maritime de pêche et de la Protection côtière, 2024)

Bien qu'ils fournissent une vision plus globale et comparative sur l'impact du rôle des ports dans l'économie. Cependant, leur intégration dans les pratiques de gestion portuaires reste un peu limitée.

Pour analyser cette dynamique, nous avons mené un exercice d'observation basé sur les rapports annuels de 2023 de quatre ports : Montréal, Halifax, Toronto et Singapour. En consultant ces rapports, nous avons cherché à déterminer si et comment ces indices maritimes apparaissent dans les rapports et quelles places ils occupent dans la prise de décision stratégique et opérationnelle. Il s'agissait également de comprendre si ces indices faisaient partie des pratiques de gestion quotidienne ou s'ils restent en marge, au profit des autres indicateurs de performance. Ces observations s'expliquent en grande partie par des obstacles méthodologiques, des barrières techniques ou des difficultés d'interprétation. Ces obstacles comprennent, entre autres, l'absence de connectivité directe avec d'autres pays, ce qui entraîne un faible flux des échanges commerciaux. De plus, les indices ne prennent pas en compte la connectivité avec les partenaires économiques, et l'accès limité aux données complique leur adoption. De plus, la fiabilité et la pertinence des informations restent parfois insuffisantes. L'ensemble de ces obstacles méthodologiques, liés à la collecte et à l'interprétation des données, constituent des obstacles majeurs à l'adoption de ces indices maritimes. (Patrick et al., 2019). Tous ces éléments seront analysés en détail dans les différentes sections du chapitre 4.

1.8 L'OBJECTIF ET LA QUESTION DE RECHERCHE

Une distinction claire s'impose entre les finalités et l'utilisation de ces deux concepts que sont les indicateurs de performance et les indices maritimes. Les indices maritimes visent principalement à évaluer les liens entre les ports et leur degré d'intégration dans les réseaux

d'échanges internationaux (Kakou, 2024). Tandis que les indicateurs de performance se concentrent davantage sur l'efficacité des opérations portuaires et sur la qualité des infrastructures qui permet une fluidité de la chaîne logistique (Jebrane et al., 2020).

L'objectif de ce mémoire est de clarifier la distinction entre les indices maritimes et les indicateurs de performance logistique, en mettant en lumière leur complémentarité ainsi que les obstacles qui freinent leur utilisation dans l'évaluation de la connectivité maritime.

En vue d'établir un lien entre ces deux concepts, les indices maritimes et les indicateurs de performance logistique, la question de recherche se divise en deux volets :

- Quels sont les principaux indices de connectivité maritime utilisés dans le secteur des transports maritimes et comment ces indices sont-ils constitués et par quels acteurs ?
- Quels facteurs font obstacle à une utilisation plus étendue de ces indices ?

Ces deux volets visent à comprendre comment les indices maritimes et les indicateurs de performance peuvent être intégrés afin de répondre aux défis complexes des réseaux maritimes mondiaux.

C'est précisément dans ce contexte que s'inscrit notre recherche qui consiste à clarifier les concepts centraux que représentent les indices maritimes et les indicateurs de performance logistique, qui sont souvent peu utilisés ou mal compris dans le domaine du transport maritime. Cette recherche permettra d'analyser l'importance des indices de connectivité maritime, d'étudier leur composition et leurs rôles stratégiques, tout en se distinguant par sa focalisation sur les intersections complexes entre les différents usages de ces indices maritimes par les diverses parties prenantes. Nous cherchons également à mettre en lumière leurs rôles dans l'amélioration de la connectivité maritime, et leur impact sur l'optimisation des chaînes logistiques. De plus, nous évaluons les objectifs des indices de connectivité maritime, ainsi que les avantages et les obstacles liés à leur adoption.

CHAPITRE 2

MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre présente la démarche de recherche ainsi que le type de méthodologie employée pour collecter les données nécessaires afin de répondre à la problématique de cette recherche. Tout d'abord, nous aborderons le cadre épistémologique et les concepts méthodologiques afin de définir une approche cohérente avec notre sujet de recherche. Ensuite, nous décrirons la méthodologie choisie, celle qui constituera la base d'analyse pour le troisième et le quatrième chapitre.

2.1 ÉPISTEMOLOGIE ET CONCEPT MÉTHODOLOGIQUE

La recherche scientifique est un processus d'acquisition de connaissances intellectuelles dans un domaine particulier (Fortin et al., 2022). Elle vise à répondre à des problématiques en formulant des réponses en fonction de la méthodologie choisie.

Les buts de la recherche sont d'explorer, de décrire, d'expliquer et de prédire. Pour ce faire, on utilise des approches de recherche spécifiques, qu'elles soient qualitatives, quantitatives ou mixtes (Fortin et al., 2022).

La réalisation de cette étude s'est appuyée sur une méthodologie de recherche qualitative de type descriptif et exploratoire. Cette approche s'inscrit parfaitement dans notre analyse, car notre étude porte principalement sur l'exploration de certains concepts à savoir, les indices maritimes et indicateurs de performance pour les distinguer et de comprendre grâce à une description détaillée.

Ce choix de méthodologie a été privilégié pour différentes raisons. Premièrement, il nous permet d'explorer les deux concepts clés de notre étude pour mieux les connaître et pour bien les distinguer. De plus, l'approche qualitative de type exploratoire et descriptive nous a permis de révéler des liens entre ces deux concepts. Nous avons aussi analysé les indices maritimes en les classant en différentes catégories, ce qui nous a aidés à appréhender tous leurs aspects en fonction de leur utilisation et de la mission des parties prenantes.

Deuxièmement, grâce à cette approche descriptive, nous avons pu mieux comprendre la nature de ces deux concepts en les définissant de manière claire et précise. Par la suite, nous les avons sélectionnés en fonction de notre objectif de recherche, qui repose sur une d'analyse approfondie des définitions afin de clarifier les concepts d'indices maritimes et d'indicateurs de performance.

Selon Fortin et al. (2022), la recherche qualitative « repose sur la compréhension et l'interprétation des phénomènes à partir des significations fournies par les participants ». L'exploration est définie comme « une démarche visant à clarifier la complexité d'un phénomène et des processus sous-jacents, d'en montrer les différents aspects qui y sont associés et d'en permettre une meilleure compréhension » (Fortin et al., 2022), tandis que la description « met l'accent sur les dimensions et la signification de la nature des phénomènes étudiés en profondeur et a pour but de générer des descriptions » (Fortin et al., 2022). C'est exactement ce dont nous avions besoin pour clarifier ces deux concepts.

La méthode qualitative porte sur la compréhension des deux concepts que sont les indices maritimes et les indicateurs de performance, élaborés par des auteurs scientifiques afin d'améliorer la connectivité maritime. Bien que ces deux outils soient distincts, ils servent conjointement d'outils à la performance logistique portuaire.

2.2 DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE CHOISIE

Il existe de multiples méthodes de recherche, mais il est essentiel de choisir celle qui apportera des réponses pertinentes à la question de recherche. Cette dernière fait référence à plusieurs techniques permettant d'acquérir des connaissances, de développer un esprit d'observation et d'analyse critique, ainsi que d'interpréter les résultats obtenus (Kohn et al., 2014). Une recherche ne peut être réalisée d'une façon rigoureuse et objective que si elle s'appuie sur une méthodologie adaptée au sujet étudié (Mbengue et al., 2014).

C'est pour cela que nous avons opté pour une méthode de recherche qualitative, de type exploratoire et descriptif, qui nous a permis de bien comprendre les concepts de connectivité maritime et de performance logistique. Ces éléments sont essentiels pour évaluer l'efficacité et l'intégration des ports ou des pays dans le réseau maritime mondial. Cette approche nous a permis de sélectionner et d'analyser les outils nécessaires afin d'obtenir des indices spécifiquement liés aux domaines de la logistique et du transport maritime.

Pour la collecte des données, nous avons effectué des recherches en utilisant une combinaison de mots-clés en français et en anglais, ce qui nous a permis d'éliminer tous les articles ne traitant pas directement des indices maritimes. Les mots-clés utilisés sont les suivants : « Maritime Connectivity index », « Shipping Connectivity Indicator », « Port performance », « indicateurs de connectivité maritime » et « indicateurs de performance logistique ». Les recherches ont été effectuées sur des bases de données académiques et institutionnelles, notamment Cairn, EBSCO et Eureka, qui nous a donné accès à des articles scientifiques publiés sur des sites spécialisés en logistique et transport, à savoir Taylor and Francis Group, Springer Link et Science Direct. Nous avons également consulté des rapports publiés par la CNUCED et la Banque mondiale.

La sélection des articles s'est basée sur plusieurs critères à savoir, leur lien direct avec les concepts d'indices de connectivité et d'indicateurs de performance, leur pertinence par rapport à notre objectif, la qualité scientifique de l'information, leur date de publication comprise entre 2010 et 2024, ainsi que la diversité contextuelle et géographique. Enfin, les

informations recueillies ont été classées en différentes catégories par rapport aux objectifs des sections. Au total, 162 références ont été recensées dans la bibliographie, dont 75 ont été directement mobilisées dans l’analyse.

Dans le troisième chapitre consacré aux résultats, nous avons structuré l’analyse des résultats en quatre sections. La première section présente un recensement des différents indices maritimes, fait en s’appuyant sur des critères spécifiques de sélection qui sont la pertinence et l’accessibilité des données, la récurrence de leur utilisation dans la recherche scientifique, leur cohérence méthodologique avec notre objectif ainsi que leur capacité à évaluer l’intégration des ports dans le secteur maritime. Pour répondre à cette question, nous avons identifié les principaux indices maritimes utilisés par les organisations internationales (CNUCED, Banque mondiale, Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), etc.). Pour chacun de ces indices maritimes, nous avons élaboré un tableau synthèse qui regroupe toutes les informations essentielles concernant leur définition, leur méthode de calcul, leur zone géographiques ainsi que les auteurs associés.

Dans la deuxième section, nous avons adopté les mêmes critères de sélection, à savoir la pertinence et l’accessibilité des données, la récurrence de leur utilisation dans la recherche scientifique, leur cohérence méthodologique avec notre objectif, ainsi que leur capacité à évaluer l’intégration des ports dans le secteur maritime. Ces critères nous ont permis de sélectionner les six indices maritimes liés à la connectivité maritime, et pour élaborer une analyse comparative afin de répondre au premier volet de notre problématique en lien avec les principaux indices de connectivité maritime utilisés dans le secteur des transports maritimes, comment les indices sont constitués et par quels acteurs ?

La troisième section se base sur une analyse comparative des six indices de connectivité sélectionnés dans la deuxième section, en nous appuyant sur les 20 tableaux précédemment établis. Cette analyse met en évidence le fait que chaque indice possède ses propres spécificités et objectifs.

La quatrième section est consacrée à l'exemple du port de Zeebrugge, qui permet de tester l'exploitation réelle de ces indices de connectivité maritime et d'analyser leur interprétation. Le choix de ce port s'appuie sur diverses raisons stratégiques. Tout d'abord, le port de Zeebrugge est un hub stratégique en Europe, jouant un rôle clé dans les échanges commerciaux, du fait de sa position géographique et ses relations maritimes étendues. Ensuite, il se distingue par son infrastructure multimodale, la diversité de ses terminaux et sa forte interconnexion avec d'autres ports (De Langen et al., 2016). Ces critères font de Zeebrugge un exemple pertinent pour comprendre l'interprétation réelle de ces indices de connectivité maritime dans un contexte portuaire.

Finalement, le quatrième chapitre est une discussion structurée en trois sections afin de répondre à la deuxième partie de la problématique, portant sur les raisons pour lesquelles on privilégie les indicateurs de performance par rapport aux indices de connectivité maritime. La première section présente un tableau d'analyse élaboré dans le but d'approfondir et de répondre à la première partie du deuxième volet de la problématique qui porte sur les obstacles freinant la pertinence et l'utilisation de ces indices. Ce tableau permet d'identifier les principaux obstacles liés aux indices de connectivité maritime, notamment méthodologiques, économiques, politiques, etc. La deuxième section porte sur une réflexion approfondie à travers une discussion critique et argumentée dans laquelle nous avons formulé plusieurs constats et des suggestions d'analyse sur la question des facteurs expliquant la prévalence des indicateurs de performance par rapport aux indices de connectivité maritime. Cette discussion adopte une perspective pragmatique en tenant compte des missions et des besoins des parties prenantes. Elle met en lumière les raisons opérationnelles et stratégiques qui orientent le choix des indicateurs de performance au détriment des indices maritimes, tout en soulignant la complémentarité entre ces deux concepts. Notre méthodologie de recherche qualitative de type descriptif et exploratoire nous a permis d'analyser en profondeur les rôles et les interactions de ces indices maritimes dans la réalité du secteur du transport maritime en nous appuyant sur un exemple réel qui apporte une valeur ajoutée significative à notre étude en répondant aux problématiques soulevées dans cette recherche.

Question de recherche : Quels sont les principaux indices de connectivité utilisés dans le secteur des transports maritimes et quels facteurs expliquent à la fois les obstacles à leur efficacité en matière de performances logistiques portuaires et la prévalence des statistiques traditionnelles sur ces indices ?

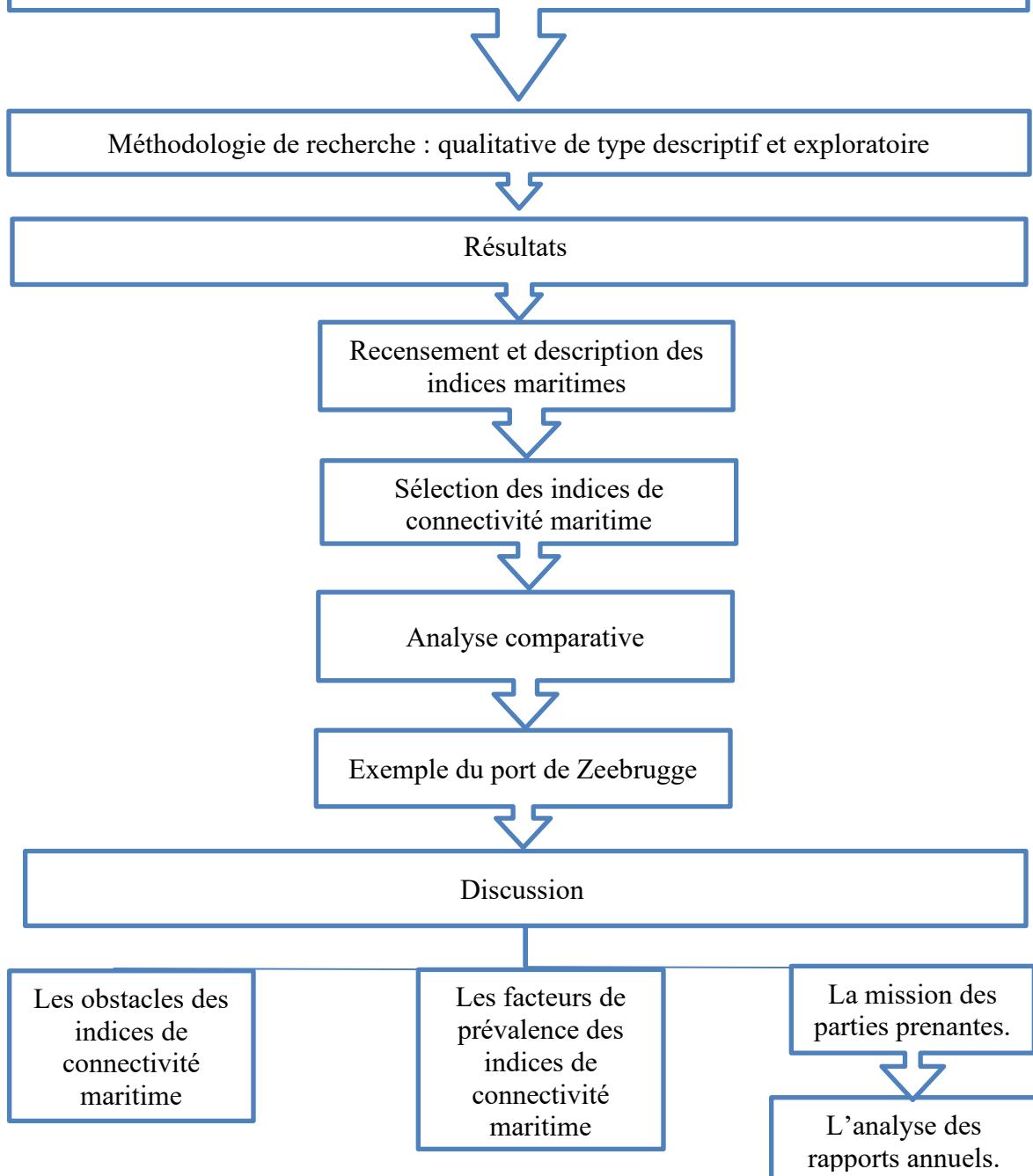


Figure 1 Diagramme illustrant le processus de recherche

CHAPITRE 3

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Dans le prolongement du chapitre précédent, nous avons opté pour une méthodologie de recherche qualitative, de type descriptif et exploratoire, afin de permettre l'adaptabilité nécessaire à la compréhension du rôle des indices maritimes dans le contexte opérationnel des ports, ainsi que de leurs caractéristiques.

Dans ce troisième chapitre, nous présentons les premiers résultats de notre étude sur les indices maritimes. La désignation d'indices maritimes fait référence à l'ensemble des catégories d'indices que nous avons pu recenser dans le cadre de notre recherche. Parmi ceux-ci figurent notamment les indices de connectivité maritime, qui feront l'objet d'une analyse dans la section 3.2.

Afin d'assurer une analyse structurée et objective, nous avons organisé ce chapitre en quatre sections successives. La première recense les différents indices maritimes répertoriés dans les sources identifiées dans le cadre de notre recherche. Elle présente un tableau synthétique par indice, précisant sa définition, sa zone géographique et sa méthode de calcul. Pour la collecte des données, nous avons mené des recherches en utilisant une combinaison de mots-clés en français et en anglais, ce qui nous a permis d'éliminer tous les articles ne traitant pas directement des indices maritimes dans des bases de données académiques et institutionnelles. Ce travail nous a permis d'identifier et de classer les principaux indices pertinents pour notre question de recherche.

La deuxième section se repose sur les résultats de la section 1 pour effectuer une sélection parmi les indices maritimes recensés, en ne retenant que ceux jugés particulièrement pertinents au regard de notre question de recherche. Ce choix s'appuie sur des critères précis et ciblés, décrits brièvement dans la méthodologie, qui visent à identifier les indices de connectivité les plus pertinents pour évaluer la connectivité des ports et des pays à l'échelle internationale. Ces critères seront repris en détail dans la section 3.2.

Dans la troisième section, nous élaborons une analyse comparative des indices de connectivité maritime, qui mentionnent plusieurs aspects essentiels, notamment leur pertinence, leur accessibilité, leurs avantages, leurs limites, ainsi que leur rôle dans la mesure de la connectivité maritime. Cette analyse a permis de comprendre l'intégration de ces indices dans les stratégies opérationnelles et justifie également leur complémentarité dont chaque indice couvre un aspect spécifique de la connectivité maritime.

Pour mettre en œuvre cette analyse, nous avons choisi d'illustrer l'application concrète de ces indices de connectivité maritime en adoptant l'exemple du port de Zeebrugge. Ce dernier, reconnu pour son rôle stratégique dans le transport roulier et ses connexions internationales, représente un cas pertinent pour analyser l'interprétation et l'utilisation de ces indices dans la gestion portuaire. Cette analyse, qui sera présentée dans la section 3.3, vise à présenter une application pratique de ces indices de connectivité maritime dans un cadre opérationnel portuaire, afin d'améliorer la connectivité des ports.

Avant d'aborder l'application pratique des indices de connectivité maritime, la première section s'attache à en présenter une description détaillée.

3.1 RECENSEMENT ET DESCRIPTION DES INDICES MARITIMES

Cette section s'appuie sur l'analyse des indices maritimes identifiés dans diverses études et des rapports scientifiques. La sélection de ces indices a été effectuée en fonction de leur fréquence d'utilisation par les parties prenantes, en cohérence avec leurs missions respectives.

Par ailleurs, nous avons recensé vingt indices maritimes, parmi lesquels, Liner Shipping Connectivity Index (LSCI), Liner Shipping Bilateral Connectivity Index (LSBCI), Port Liner Shipping Connectivity Index(PLSCI), Logistics Performance Index (LPI), Trading Across Borders Index (TAB), World Bank Port Infrastructure Quality Index (WBPIQI), Container Port Performance Index (CPPI), Global Supply Chain Stress Index

(GSCSI), Port Performance Indicators Selection and Measurement (PPRISM), Charter Rates Index (HARPEX), World Container Index(WCI), Trade Facilitation Indicator (TFI), Supply Chain Stability Index (KPMG), Port Environmental Index (PEI), Total Factor Productivity Index (TFPI), Index based on time and transport capacity (TCT), Container Port Connectivity Index (CPCI), Foreland Port Connectivity Index (FPCI), CPCI decomposition, Roll-on Roll-off Connectivity Index (RORO).

Ces indices traitent différents aspects du transport maritime, notamment la connectivité maritime (LSCI, LSBCI, PLSCI, CPCI, FPCI, RORO), la performance opérationnelle (LPI, CPPI, TCT, PPF, TAB), les aspects environnementaux (PEI), les dimensions financières et économiques (HARPEX, WCI, TFP) ainsi que les aspects politiques et réglementaires (PPRISM, TFI, WBPIQ, KPMG, GSCSI).

Le choix de ces indices s'appuie sur des critères spécifiques tels que la pertinence et l'accessibilité des données, leur récurrence dans la recherche scientifique, leur cohérence méthodologique avec notre objectif, ainsi que leur capacité à évaluer l'intégration des ports dans le secteur maritime.

Les 20 tableaux suivants fournissent une description détaillée de chaque indice que nous avons répertorié à partir de notre recherche. Pour chacun, nous indiquons sa définition, sa méthodologie de calcul. Cette sélection ne prétend pas à l'exhaustivité, mais il reflète les indices les plus fréquemment mentionnés dans les sources analysées. Les indices répertoriés dans la littérature pour les fins de notre recherche ont été développés par la CNUCED, la banque mondiale, ou des chercheurs universitaires.

Le choix des zones géographiques pour chaque indice a été appliqué à une ou plusieurs zones géographiques, notamment l'Europe, l'Asie, l'Amérique du Nord, l'Amérique de Sud ou l'Afrique. Cette structuration permet de comprendre le mode de fonctionnement de chaque indice ainsi son utilité. Ainsi, cette structuration des tableaux a été adoptée afin de fournir une vue d'ensemble claire et comparative des principaux éléments caractérisant chaque indice répertorié.

3.1.1 Liner Shipping Connectivity Index (LSCI)

L'indice de connectivité maritime (LSCI), créée en 2004 par la CNUCED, mesure la capacité d'un pays à s'intégrer aux réseaux de transport maritime international. Il se base sur six composantes clés qui évaluent les différents aspects de la connectivité maritime et permettent de comparer la performance des pays en matière d'intégration aux flux commerciaux internationaux (CNUCED, 2024a).

Les composantes principales de cet indice incluent tout d'abord le nombre d'escales de navires prévus par semaine dans le pays, un indicateur direct de la fréquence des échanges commerciaux. Plus cet indice est élevé, plus le pays bénéficie d'une connectivité maritime fluide, de réduisez les coûts de transport et de faciliter l'intégration aux réseaux commerciaux (Fugazza et al., 2017). Ensuite, la capacité de charge annuelle déployée en unités équivalentes de vingt pieds (EVP) mesure le volume total de conteneurs transportés par les navires qui font escale dans le pays. Cette capacité reflète à la fois la demande logistique et le degré d'efficacité des ports en termes de manutention des marchandises (Wilmsmeier et al., 2008). Tandis que le nombre de services offerts du Transport maritime régulier (TMR) au départ et à l'arrivée au pays est une autre mesure clé, il indique le degré de l'ouverture du pays aux échanges internationaux. Un nombre élevé de services reflète une diversification des routes maritimes et une meilleure intégration aux marchés internationaux (Fugazza et al., 2017).

De plus, la taille moyenne en EVP du plus grand navire opérant sur la ligne permet d'évaluer la capacité d'accueil du port et la qualité de ses infrastructures. Les ports capables d'accueillir de grands navires offrent des économies d'échelle et une meilleure efficacité logistique (Mareï et al., 2014).

En plus, le nombre d'autres pays qui sont reliés au pays par des services directs de TMR est un composant essentiel, qui illustre le niveau d'intégration du pays aux réseaux maritimes internationaux. Un pays bien connecté dispose d'un plus grand nombre de partenaires

commerciaux, ce qui améliore la résilience face aux chocs économiques et logistiques (Wilmsmeier et al., 2008). Ces composantes offrent une vision globale de la connectivité du pays et permettent de la comparer à sa connectivité à celle d'autres pays.

La méthode de calcul de cet indice consiste à comparer chaque composante à la valeur moyenne observée au premier trimestre de 2023. La moyenne des valeurs obtenues est ensuite multipliée par 100, ce qui permet d'effectuer des comparaisons objectives entre les pays et d'identifier ceux qui bénéficient d'une connectivité plus élevée grâce à un réseau développé d'échanges commerciaux (CNUCED, 2024a).

Un LSCI supérieur à 100 indique une connectivité élevée, révélant une forte intégration aux échanges internationaux, tandis qu'un LSCI inférieur à 100 indique une connectivité faible, souvent liée à une dépendance aux hubs de transbordement ou à un manque d'infrastructure adaptée (CNUCED, 2024a).

Cet indice est particulièrement pertinent pour les ports d'Asie et d'Europe, où l'intégration maritime est fortement développée (Fugazza et al., 2017). L'Asie domine le commerce maritime grâce à des ports hautement performants dotés d'infrastructures plus avancées, comme ceux de Singapour et Shanghai, qui jouent un rôle central dans les échanges commerciaux (Fugazza et al., 2017). En revanche, l'Europe se distingue par un réseau diversifié des ports proches et interconnectés qui facilitent les échanges commerciaux au sein de l'Union européenne et à l'international (Fugazza et al., 2017). Cependant, dans d'autres zones comme l'Afrique ou l'Amérique de Sud, la connectivité maritime reste variable en raison de différences structurelles dans les infrastructures portuaires et le volume des échanges commerciaux (Wilmsmeier et al., 2008).

Comme le soulignent Fugazza et al. (2017), ces différences influencent l'attractivité des investisseurs étrangers. Un faible LSCI peut constituer un frein au développement économique, tandis qu'une amélioration de la connectivité maritime favorise l'investissement dans les infrastructures portuaires et renforce l'intégration des pays dans les

flux commerciaux internationaux. En ce sens, le LSCI constitue un outil stratégique pour les décideurs souhaitant améliorer la performance logistique de leurs pays.

Le tableau 1 présente la définition de l'indice LSCI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 1
Liner Shipping Connectivity Index (LSCI)

Indice	Liner Shipping Connectivity Index (LSCI)
Définition	<p>Il mesure la connectivité d'un pays dans les réseaux de transport maritime mondiaux. Le LSCI est constitué à partir des six composantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le nombre d'escales de navires prévus par semaine dans le pays ; - La capacité de charge annuelle déployée en EVP ; - Le nombre de services offerts du TMR au départ et à l'arrivée au pays ; - Le nombre de compagnies de TMR qui fournissent des services au départ et à l'arrivée au pays ; - La taille moyenne en EVP du plus grand navire PC déployé sur les services de TMR au départ et à l'arrivée au pays ; - Le nombre d'autres pays qui sont reliés au pays par des services directs de TMR (CNUCED, 2024a).
Méthode de calcul	<p>Le LSCI est calculé de la manière suivante : pour chaque composante, on divise la valeur d'un port par la valeur moyenne de cette composante au premier trimestre de 2023 et ensuite on calcule la moyenne des 6 composantes pour ce pays. La moyenne des composantes est ensuite multipliée par 100. Le résultat est un indice moyen LSCI de 100 au premier trimestre de 2023 (CNUCED, 2024a).</p>
Zone géographique	<p>La couverture des pays a été élargie pour inclure plusieurs petits États insulaires en développement, et une composante intégrant le nombre de pays qui peut être atteint sans qu'il soit nécessaire de procéder à un transbordement a été ajoutée (CNUCED, 2019).</p>
Mise à jour des données	Trimestriel
Auteurs	CNUCED

3.1.2 Liner Shipping Bilateral Connectivity Index (LSBCI)

L’indice de connectivité bilatérale (LSBCI) est un indice développé par la CNUCED pour évaluer la connectivité maritime entre deux pays engagés dans des échanges commerciaux directs. Basé sur le LSCI, cet indice affine l’analyse en mettant l’accent sur la fluidité des échanges bilatéraux et l’efficacité des liaisons maritimes (CNUCED, 2024b).

Il se base sur cinq composantes clés permettant de mesurer le niveau d’intégration des routes maritimes entre deux pays, offrant ainsi une vision plus précise des relations commerciales à travers le réseau du transport maritime (Hoffmann et al., 2014, cité dans Fugazza et al., 2017). L’un des éléments fondamentaux de cet indice est le nombre de transbordements nécessaires pour relier les deux pays, un élément clé déterminant puisque chaque transbordement supplémentaire entraîne une augmentation des coûts logistiques et des délais de livraison, réduisant ainsi la connectivité des ports. Une connexion directe entre deux pays est toujours plus avantageuse qu’une connexion nécessitant plusieurs escales, et l’absence de liaisons directes entraîner une baisse des exportations comprise entre 42 % et 55 % (Fugazza et al., 2017).

Le nombre des échanges directs et indirects est également pris en compte, car plus un pays dispose de connexions directes avec ses partenaires commerciaux, plus les opportunités d’échanges sont importantes. Les échanges indirects, via des hubs maritimes, influencent également la connectivité puisqu’elles offrent des alternatives aux exportateurs (Wilmsmeier et al., 2008).

Par ailleurs, le niveau de concurrence sur les services maritimes réguliers a un impact significatif sur les coûts de transport. Une concurrence accrue entre les compagnies maritimes favorise une réduction des coûts ainsi qu’une diversification des services, ce qui renforce la compétitivité des trajets maritimes. En effet, la présence de plusieurs opérateurs sur une même route limite leur capacité à exercer un pouvoir de marché, ce qui contribue à la baisse des coûts du fret et encourage les échanges commerciaux (Hummels et al., 2009).

De plus, le nombre de connexions communes par paire de pays nécessitant un seul transbordement permet d'identifier les routes maritimes les plus efficaces en minimisant le nombre d'intermédiaires. Un pays ayant plusieurs connexions communes avec ses partenaires commerciaux bénéficie d'une plus grande flexibilité logistique, ce qui se traduit par des délais réduits et des coûts moindres (Fugazza et al., 2017).

Enfin, la taille du plus grand navire opérant sur l'itinéraire le moins dense reliant les pays A et B est prise en considération. Elle reflète non seulement sur la capacité des infrastructures portuaires, mais aussi la compétitivité des échanges. La présence des navires de grande capacité permet de réaliser des économies d'échelle, réduisant ainsi les coûts unitaires du transport et améliorant l'efficacité du commerce international (Wilmsmeier et al., 2008).

En ce qui concerne la méthode de calcul du LSBCI consiste à ajuster chaque composante selon la formule suivante : $(\text{Valeur brute} - \text{Valeur minimale}) / (\text{Valeur maximale} - \text{Valeur minimale})$, qui permet d'obtenir un indice compris entre 0 et 1 (CNUCED, 2024b). Cette méthode permet de comparer avec précision les niveaux de connexion maritime entre différents pays et d'identifier les trajets maritimes les plus stratégiques en fonction de leur niveau de connexion et de leur efficacité. Un LSBCI proche de 1 indique une connectivité élevée, caractérisée par des connexions plus développées avec les autres pays, un nombre limité de transbordements et une forte concurrence entre les services maritimes. Contrairement à un LSBCI proche de 0 signale une connectivité limitée, souvent marquée par un grand nombre de transbordements et une faible présence d'une ligne maritime directe (Hoffmann et al., 2014, cité dans Fugazza et al., 2017).

Cet indice est particulièrement pertinent pour les échanges commerciaux impliquant les ports d'Asie, d'Europe et d'Amérique du Nord, où se concentre la majorité du commerce maritime mondial (CNUCED, 2023a). Les grands ports, en Asie, comme Singapour et Shanghai jouent un rôle central en tant que plaques tournantes du commerce maritime, tandis qu'en Europe, des ports comme Rotterdam, Anvers et Hambourg facilitent les échanges commerciaux au sein de l'Union européenne et à l'international grâce à un réseau dense de

connexions maritimes (Fugazza et al., 2017). De même, en Amérique du Nord, les ports de New York et de Vancouver assurent des connexions stratégiques avec l'Asie et l'Europe, qui renforce ainsi le commerce transatlantique et transpacifique (Wilmsmeier et al., 2008).

En résumé, le LSBCI est un outil essentiel pour évaluer la qualité des connexions maritimes et leur impact sur le commerce international. Son analyse met en lumière l'importance des infrastructures portuaires, de la concurrence maritime et des stratégies de connectivité pour maximiser l'efficacité des échanges. L'amélioration de la connectivité maritime, notamment par la réduction du nombre de transbordements et l'augmentation de la taille des navires, peut significativement renforcer les flux commerciaux entre les différentes zones maritimes (Fugazza et al., 2017)

Le tableau 2 présente la définition de l'indice LSBCI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 2
Liner Shipping Bilateral Connectivity Index (LSBCI)

Indice	Liner Shipping Bilateral Connectivity Index (LSBCI)
Définition	<p>L'indice LSBCI mesure la connectivité entre deux pays reliés par un échange commercial maritime. Le principe de cet indice est basé sur le LSCI, il affine les données pour analyser les relations bilatérales. Dans ce cadre, il est constitué de cinq composantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le nombre de transbordements requis pour aller du pays A au pays B. - Le nombre de connexions directes communes aux pays A et B. - Le nombre de connexions communes par paire de pays nécessitant un seul transbordement. - Le niveau de concurrence des services maritimes réguliers desservant le transport entre les pays A et B. - La taille du plus grand navire opérant sur l'itinéraire le moins dense reliant les pays A et B (CNUCED, 2024b).
Méthode de calcul	<p>Le LSBCI est calculé en prenant en compte 5 composantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valeur normalisée = $(\text{Valeur brute} - \text{Valeur minimale}) / (\text{Valeur maximale} - \text{Valeur minimale})$, le résultat est compris entre 0 et 1 (CNUCED, 2024b).
Zone géographique	160 pays (Calzada, 2021)
Mise à jour des données	Trimestriel (CNUCED, 2024b)
Auteurs	CNUCED

3.1.3 Port Liner Shipping Connectivity Index (PLSCI)

L'indice de connectivité des ports (PLSCI) constitue un complément au LSCI, qui évalue la connectivité au niveau des pays. Le PLSCI, quant à lui, se concentre spécifiquement sur la connectivité des ports au sein des réseaux de TMR (CNUCED, 2024c). Cet indice se base sur plusieurs composantes essentielles, notamment le nombre de navires prévus par semaine dans le port, la capacité de charge annuelle déployée en EVP, le nombre de services offerts par les compagnies de transport maritime, la taille moyenne en EVP des plus grands

navires accostant dans le port ainsi que le nombre de ports directement connectés par des services réguliers (CNUCED, 2024c).

La méthode de calcul pour l'indice PLSCI consiste à diviser la valeur d'un port pour chaque composante par la moyenne de cette composante au premier trimestre de 2023. La moyenne des six composantes est ensuite calculée et multipliée par 100, ce qui permet d'obtenir un résultat qui facilite la comparaison entre ports situés en Asie et en Europe (CNUCED, 2024c). En prenant l'exemple du port Pirée (Grèce), devenu depuis 2016 le principal port de l'Union européenne, on observe un cas particulier de gestion portuaire. COSCO est une entreprise publique chinoise qui gère entièrement ce port (Liu et al., 2022). Bien que sa capacité de traitement soit inférieure à celle des plus grands ports européens, Le Pirée a connu une amélioration significative de son indice PLSCI, en grande partie grâce aux investissements de l'entreprise COSCO dans le cadre de l'initiative de Belt and Road (BRI) (Liu et al., 2022). Ces investissements ont permis d'accroître le nombre de connexions directes du Pirée avec des ports asiatiques et européens, renforçant ainsi sa compétitivité et son rôle de hub méditerranéen (Liu et al., 2022).

Toutefois, cet exemple nous montre que la connectivité portuaire dépend de plusieurs éléments, notamment, des investissements, des stratégies commerciales et non seulement du volume de marchandises manutentionnées. Donc, pour qu'un port puisse occuper un positionnement stratégique dans les échanges commerciaux internationaux, il doit développer ses infrastructures et ses capacités logistiques et renforcer ses connexions avec d'autres hubs portuaires. De telles améliorations augmentent son attractivité auprès des opérateurs et des compagnies maritimes, qui cherchent des ports capables d'optimiser les coûts et de réduire le temps d'attente en rade (Petroff, 2024).

Le tableau 3 présente la définition de l'indice PLSCI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 3
Port Liner Shipping Connectivity Index (PLSCI)

Indice	Port Liner Shipping Connectivity Index (PLSCI)
Définition	Il mesure la connectivité des ports dans les réseaux internationaux de transport maritime régulier. Le PLSCI est un complément à l'indice de connectivité des transports maritimes réguliers (LSCI). Il est constitué de 6 composantes: <ul style="list-style-type: none"> - Le nombre de navires prévus par semaine dans le port. - La capacité de charge annuelle déployée en EVP. - Le nombre de services offerts de TMR au départ et arrivée au port. - Le nombre de compagnies de TMR du départ et arrivée au port. - La taille moyenne en EVP du plus grand navire PC offrant des services de TMR, du départ et arrivée au port. - Le nombre de ports connectés au port, par le biais de services de TMR, offrant une liaison directe (CNUCED, 2024c).
Méthode de calcul	Pour chaque composante, la valeur d'un port est divisée par la valeur moyenne de cette composante au premier trimestre de 2023, puis la moyenne des 6 composantes est calculée et multipliée par 100. Le résultat est un indice moyen PLSCI de 100 pour premier trimestre de 2023 (CNUCED, 2024c).
Zone géographique	900 ports (CNUCED, 2019)
Mise à jour des données	Trimestriel (CNUCED, 2024c)
Auteurs	CNUCED.

3.1.4 Logistics Performance Index (LPI)

L'indice de performance logistique (LPI) crée par la Banque mondiale, qui permet aux pays d'identifier les obstacles et les opportunités qu'ils rencontrent dans les échanges commerciaux et logistiques et de déterminer les actions à entreprendre pour améliorer leur performance (Banque Mondiale, 2023).

Le LPI repose sur six composantes essentielles. La première composante est l'efficacité du dédouanement et la gestion des frontières, qui mesure la rapidité et la fiabilité des procédures douanières. Une gestion efficace des frontières permet d'éviter les retards et de garantir la fluidité des échanges (Banque Mondiale, 2023).

La deuxième composante s'appuie sur la qualité des infrastructures de commerce et de transport, mesure l'état et la disponibilité des infrastructures essentielles pour la logistique et le commerce, qui inclut les routes et les zones d'entreposage, car des infrastructures bien entretenues sont essentielles pour assurer des chaînes d'approvisionnements efficaces (Banque Mondiale, 2023).

La troisième composante consiste à la facilité d'organiser des expéditions à des prix compétitifs qui évaluent la fréquence à laquelle les expéditions atteignent leurs destinations dans les délais prévus, un facteur clé pour les entreprises qui cherchent à optimiser leurs coûts logistiques (Banque Mondiale, 2023).

La quatrième composante concerne la compétence et la qualité des prestations logistiques. Elle reflète le niveau de professionnalisme des prestataires de services logistiques et leur capacité à répondre aux besoins des clients (Banque Mondiale, 2023).

La cinquième composante est la possibilité de suivre et de tracer les envois, c'est un critère essentiel, car un suivi efficace permet aux entreprises de mieux gérer leurs stocks et d'anticiper d'éventuels retards. Enfin, les délais de livraison sont une composante clé de performance, car une livraison rapide et qui respecte les délais prévus renforce la fiabilité et la satisfaction des clients et améliore la réputation d'un pays en matière de la logistique (Sarsar et al., 2022).

La méthode de calcul de LPI est basée sur des enquêtes réalisées par la Banque mondiale, menées auprès des professionnels du secteur, des chercheurs, des parties prenantes (Banque Mondiale, 2023).

Selon Sarsar et al., 2022, la méthode de calcul de LPI :

Les données de l'indice sont tirées des enquêtes sur l'indice de la performance de la logistique réalisée par la Banque mondiale en partenariat avec des institutions universitaires et internationales ainsi que des sociétés privées et des personnes actives sur le marché de la logistique internationale. L'indice va de 1 à 5 et la note la plus élevée représente la meilleure performance.

L'application de LPI est orientée vers l'évaluation de la performance de tous les ports, mais selon notre analyse nous avons choisi ces trois zones géographiques, car ils jouent un rôle central dans le commerce à l'international (CNUCED, 2023b). Une amélioration de LPI dans ces zones permettrait de renforcer leur attractivité et de dynamiser encore plus les échanges commerciaux (Wong et al., 2018).

Le tableau 4 présente la définition de l'indice LPI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 4
Logistics Performance Index (LPI)

Indice	Logistics Performance Index (LPI)
Définition	LPI est un indicateur qui se base sur des enquêtes mondiales menées auprès des opérateurs et des professionnels en logistique. Cet indice évalue les pays sur six dimensions, notamment la qualité des infrastructures et la facilité de gestion des expéditions internationales (Arvis et al., 2023).
Méthode de calcul	L'enquête s'appuie sur six composantes : <ul style="list-style-type: none"> - L'efficacité du dédouanement et la gestion des frontières, notées sur une échelle de 1 à 5 (1 étant très faible et 5 très élevés). - La qualité des infrastructures de commerce et de transport. - La facilité d'organiser des expéditions à des prix compétitifs. - La compétence et la qualité des prestations logistiques. - La possibilité de suivre et de tracer les envois. - Les délais de livraison. (Arvis et al., 2023)
Zone géographique	160 économies (Saltane et al., 2016)
Mise à jour des données	Tous les deux ans (Saltane et al., 2016)
Auteurs	La Banque Mondiale

3.1.5 Trading Across Borders Index (TAB)

L’indice de commerce transfrontalier, développé par la Banque mondiale dans le cadre du rapport *Doing Business*. Cette publication couvre onze domaines liés aux affaires et à la réglementation (Saltane et al., 2016). L’indice évalue l’efficacité des échanges commerciaux (l’importation et l’exportation) entre deux pays limitrophes (Saltane et al., 2016). La méthode de calcul repose sur trois composantes, collectées auprès des acteurs locaux du transport maritime, ainsi que sur l’évaluation de la performance perçue par les entrepreneurs nationaux. Elle tient en compte des politiques et des lois en vigueur dans chaque pays afin d’analyser le niveau de l’interconnectivité entre eux (Saltane et al., 2016).

Selon Saltane et al., (2016), bien que le LPI et le TAB présentent une similarité thématique en couvrant tous les deux les domaines du commerce et de la logistique. Les deux indices sont créés par la Banque mondiale, mais ils sont différents sur les plans conceptuel et méthodologique. Le TAB s’appuie sur des hypothèses d’études de cas spécialisées afin de comparer les performances des pays inclus dans le rapport. Contrairement au LPI, il se calcule sur le temps nécessaire à un colis pour parvenir à destination, en prenant en compte les procédures douanières, les lois et réglementations en vigueur, ainsi que les coûts associés à ces opérations.

Le classement du TAB est basé sur les résultats liés à la distance entre deux pays, calculée à partir de huit indicateurs (Saltane et al., 2016). Par contre, le LPI s’appuie sur des enquêtes menées auprès des acteurs de la logistique, et non sur des études de cas spécifiques. Il s’appuie sur une évaluation de la convivialité logistique des huit pays dans lesquels ils opèrent selon les six composantes. Les résultats de LPI sont présentés sur une échelle de 1 à 5, soit de très faible (1) à très élevé (5) (Saltane et al., 2016).

Le tableau 5 présente la définition de l’indice TAB, la méthode, la zone géographique que l’indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 5
Trading Across Borders Index (TAB)

Indice	Trading Across Borders Index (TAB)
Définition	Cet indice, utilisé dans le cadre du rapport <i>Doing Business</i> , mesure les performances en matière de commerce transfrontalier, en prenant en compte des aspects logistiques tels que les délais et les coûts d'importation et d'exportation.
Méthode de calcul	Il est calculé sur la base de trois composantes : - Le temps : durée des procédures douanières. - Le coût : dépenses liées aux processus d'exportation et d'importation, y compris les frais de douane. - Les procédures : formalités administratives nécessaires pour exporter ou importer.
Zone géographique	190 économies (Saltane et al., 2016).
Mise à jour des données	Annuellement (Saltane et al., 2016).
Auteurs	La Banque Mondiale

3.1.6 Quality of Port Infrastructure (QPI)

L'indice de qualité des infrastructures portuaires est un indice clé développé par la Banque mondiale pour mesurer la perception de la qualité des infrastructures portuaires dans chaque pays. Il se base sur des enquêtes menées auprès des dirigeants d'entreprise opérant dans des ports nationaux, cet indice constitue un outil essentiel pour analyser la compétitivité des ports et leur rôle dans la fluidité des échanges commerciaux. En plus d'évaluer l'état des infrastructures portuaires, le QPI permet d'examiner l'intégration de ces infrastructures aux réseaux logistiques et leur impact sur l'efficacité des chaînes d'approvisionnement (Banque Mondiale, 2009).

Les données proviennent de l'enquête d'opinion du Forum économique mondial, menée depuis 30 ans en collaboration avec 150 instituts partenaires. L'édition 2009 a inclus plus de 13 000 répondants de 133 pays.

L'échantillonnage suit une double stratification basée sur la taille de l'entreprise et le secteur d'activité. Les données sont collectées en ligne ou par le biais d'entretiens en personne. Les réponses sont agrégées selon une moyenne sectorielle pondérée. Les données de l'année la plus récente sont combinées à celles de l'année précédente pour créer une moyenne mobile sur deux ans.

Les scores vont de 1 (infrastructures portuaires considérées comme extrêmement sous-développées) à 7 (infrastructures portuaires considérées comme efficaces selon les normes internationales). Les répondants des pays enclavés ont été interrogés sur l'accessibilité des installations portuaires (1 = extrêmement inaccessible ; 7 = extrêmement accessible) (Banque Mondiale, 2009)

La base de données associée à l'indice QPI est fréquemment exploitée dans des modèles d'équation structurelle (SEM) pour analyser son impact sur la performance logistique, le commerce maritime et la croissance économique (Liang et al., 2020). Cette approche permet plus précisément de mesurer comment les investissements dans les infrastructures portuaires influencent l'efficacité des flux commerciaux et la compétitivité des ports.

Le QPI est souvent corrélé à des variables liées aux technologies de communication et aux abonnements aux services téléphoniques et internet. Ces variables sont intégrées afin d'évaluer le degré d'intégration des ports aux routes maritimes internationales. On peut ainsi mieux comprendre l'impact des infrastructures portuaires dans un contexte global de logistique et de commerce international (Liang et al., 2020).

Selon Liang et al., (2020), un résultat élevé de l'indice QPI favorise la performance logistique, ce qui réduit les coûts du transport maritime, améliore l'efficacité des ports, facilite les échanges commerciaux tout en réduisant les délais et en optimisant les flux de marchandises. À travers les résultats de cet indice démontrent l'importance d'investir dans l'amélioration et la modernisation des infrastructures portuaires.

Munim et al., (2018) confirment que l'amélioration des infrastructures portuaires stimule la performance logistique et contribue à la croissance économique via le commerce maritime. Cependant, cette relation varie en fonction du niveau de développement des pays. Dans les pays développés, l'amélioration des infrastructures portuaires a un effet direct sur

l'économie, car elle renforce l'efficacité des échanges et réduit les coûts de transaction. En revanche, dans les pays en développement, l'impact du QPI sur le commerce maritime est négatif. Cette corrélation s'explique par un manque d'efficacité des ports, des infrastructures logistiques insuffisantes et une congestion portuaire (Liang et al., 2020).

Pour maximiser les bénéfices des investissements portuaires, Munim et al., (2018) ainsi que Liang et al., (2020) recommandent d'améliorer simultanément les infrastructures logistiques et la performance des services portuaires, d'optimiser la gestion et la gouvernance des ports pour réduire les inefficacités et de renforcer les infrastructures de communication et de transport terrestre pour mieux connecter les ports aux réseaux logistiques.

Le tableau 6 présente la définition de l'indice QPI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 6
Quality of Port Infrastructure (QPI)

Indice	Quality of Port Infrastructure (QPI)
Définition	Il évalue la qualité des infrastructures portuaires en tant que composante essentielle des infrastructures logistiques globales dans différents pays.
Méthode de calcul	Cet indicateur se base sur des enquêtes d'opinion menées auprès des parties prenantes et des experts en logistique. La qualité des infrastructures portuaires est notée sur une échelle de 1 à 7, où 1 correspond à une infrastructure faiblement développée et 7 désigne une infrastructure très bien développée et efficace selon les standards internationaux.
Zone géographique	140 économies (Banque Mondiale, 2009)
Mise à jour des données	Annuel (Banque Mondiale, 2009)
Auteurs	Banque Mondiale

3.1.7 Container Port Performance Index (CPPI)

Le tableau 7 présente l'indice de performance des ports à conteneurs, un indice développé par la Banque mondiale et S&P Global Market Intelligence pour évaluer l'efficacité des ports à conteneur à l'échelle mondiale. Cet indice mesure la performance portuaire en fonction du temps de séjour total qu'un navire porte-conteneurs demeure dans le port, incluant non seulement les opérations de chargement et de déchargement, mais aussi les éventuels délais d'attente en rade. Ce temps d'attente avant l'accostage est un indicateur clé de l'efficacité des infrastructures et de la fluidité des opérations portuaires (CNUCED, 2023b). L'objectif principal du CPPI est de fournir une évaluation comparative des ports, mettant en évidence les meilleures pratiques et les opportunités d'amélioration afin d'optimiser les chaînes logistiques mondiales (Banque Mondiale, 2024).

Le CPPI se base sur deux approches complémentaires : une approche administrative et une approche statistique. L'approche administrative s'appuie sur l'expertise des professionnels du secteur maritime et l'évaluation dans les ports selon les critères opérationnels précis, tels que la productivité des grues, le temps de rotation des navires et l'efficacité des infrastructures portuaires. On peut ainsi intégrer l'expérience des acteurs portuaires, bien qu'il soit influencé par des biais subjectifs. En parallèle, l'approche statistique applique une analyse factorielle notamment à travers une factorisation matricielle afin d'extraire une évaluation objective à partir des données collectées. Les résultats sont calculés pour chaque catégorie de volume traité (Call Size Range) pour garantir ainsi un meilleur résultat de performance, indépendamment de la taille du navire. Ces deux approches permettent d'obtenir une évaluation plus équilibrée et complète de la productivité portuaire (Banque Mondiale, 2024).

L'édition 2023 du CPPI a classé 405 ports à conteneurs à travers le monde, analysant 182 000 escales de navires, 238,2 millions de mouvements de conteneurs et environ 381 millions d'EVP traités sur l'année (Banque Mondiale, 2024). Ces chiffres illustrent

l'importance des données collectées afin d'avoir une évaluation pertinente des performances portuaires.

L'indice est mis à jour annuellement afin de fournir une mesure continue des performances portuaires et d'identifier les tendances d'amélioration ou de dégradation des infrastructures et services portuaires. Ces mises à jour tiennent également compte des événements imprévus qui peuvent influencer les performances telles que le blocage du canal de Suez en 2021 ou les perturbations engendrées par la guerre en Ukraine (Banque Mondiale, 2024).

Selon Charłampowicz et al. (2022), la fluidité des opérations portuaires influence directement leur classement dans le CPPI. Ces résultats rejoignent ceux de Liang et al., (2020) concernant l'indice QPI, qui met en valeur l'importance d'une gestion optimisée, d'une automatisation avancée. Les ports dotés d'équipements automatisés performants obtiennent généralement de meilleurs résultats en matière de la performance. En revanche, les ports qui ont des problèmes de congestion, de faible productivité des équipements anciens ou d'un manque des systèmes d'intégration numérique affichent des performances faibles.

Charłampowicz et al. (2022) souligne également que le CPPI a un impact direct sur la compétitivité logistique des pays. Des ports performants permettent de réduire les coûts d'importation et d'exportation, d'améliorer l'intégration aux réseaux de transport maritime. Cependant, la modernisation des infrastructures portuaires seule ne suffit pas pour une meilleure performance. Une gestion efficace de l'arrière-pays est également essentielle, notamment à travers des réseaux de transport terrestre performants, une bonne coordination logistique et un système standardisé pour les procédures douanières.

Le tableau 7 présente la définition de l'indice CPPI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 7
Container Port Performance Index (CPPI)

Indice	Container Port Performance Index (CPPI)
Définition	Il mesure la productivité des ports dans le traitement des conteneurs. Cet indice est basé sur des données telles que le nombre de mouvements de conteneurs par heure pendant le temps d'escale des navires. Le CPPI est utilisé pour évaluer la performance des ports internationaux et identifier les meilleures pratiques dans le secteur maritime.
Méthode de calcul	Deux approches sont utilisées pour cet indice, l'approche statistique et l'approche administrative. L'approche statistique dépend de la factorisation matricielle et d'une méthode par laquelle les résultats sont calculés pour chaque distance (<i>Call Size range</i>). Contrairement à d'autres méthodes, cette méthode prend en compte l'ensemble des données, y compris celles des plus petits ports, afin d'extraire des facteurs latents. L'approche administrative, en revanche, adopte une méthodologie différente, mettant l'accent sur des critères réglementaires et des mesures opérationnelles. L'objectif du CPPI est de maintenir ces deux approches afin d'offrir une évaluation équilibrée et complète de la productivité portuaire.
Zone géographique	405 ports (Banque Mondiale, 2024)
Mise à jour des données	Annuel (Banque Mondiale, 2024)
Auteurs	La Banque Mondiale et S&P Global Market Intelligence

3.1.8 Global Supply Chain Stress Index (GSCSI)

Le Global Supply Chain Stress Index (GSCSI), développé par la Banque mondiale, afin de mesurer les perturbations dans le transport maritime de conteneurs. Cet indice a apparu dans un contexte marqué par des crises survenues entre 2020 et 2023, révélant la fragilité des chaînes logistiques mondiales. Il permet d'évaluer la capacité retardée des navires dans les ports, exprimée en unités équivalentes de vingt pieds (TEU). Il se base principalement sur les données de suivi AIS (Automatic Identification System), qui

permettent d'analyser avec précision les temps d'attente des navires, les retards à l'escale, ainsi que l'écart dans le temps de transit entre deux ports (Arvis et al., 2024).

L'indice se calcule sur l'écart entre le temps de transit observé entre le port de départ et le port d'arrivée effectué par de grands navires de type Panamax et une valeur de référence calculée à partir des conditions normales de transit observées dans le passé, car elle permet de prendre en compte la valeur normale sans inclure les retards extrêmes. « Cette liaison est considérée comme stressée, lorsqu'elle affiche au moins 20% de ses transits mensuels avec un dépassement du temps normal de transit de plus de 50% par rapport à la valeur de référence ». Lorsque ce seuil est dépassé, le modèle considère qu'il y a un retard structurel sur cette liaison. Le volume de conteneurs en TEU est alors converti en capacité retardée, ce qui permet d'estimer l'impact de ces perturbations sur le fonctionnement global de la chaîne logistique maritime. Les résultats sont ensuite adoptés au niveau des ports, puis à l'échelle nationale et internationale (Arvis et al., 2024).

L'objectif de l'indice GSCI est de fournir un indicateur opérationnel et réactif aux parties prenantes. Il permet de prendre en compte les évolutions du secteur, les perturbations comme les crises de COVID-19 ou celle de la guerre de l'Ukraine en 2022, ce qui donne une orientation des politiques par rapport à l'investissement dans les infrastructures portuaires (Arvis et al., 2024).

La couverture géographique de l'indice est mondiale, bien qu'elles soient actuellement limitées aux navires de type Panamax, opérant sur des routes intercontinentales (Asie, Europe, Amérique du Nord) (Arvis et al., 2024). L'indice est mis à jour mensuellement et publié régulièrement dans la revue Trade Watch de la Banque mondiale (Arvis et al., 2024).

Le tableau 8 présente la définition de l'indice GSCI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 8
Global Supply Chain Stress Index (GSCSI)

Indice	Global Supply Chain Stress Index (GSCSI)
Définition	Le GSCSI mesure la capacité de transport maritime des navires-PC retardés dans les ports maritimes mondiaux, en s'appuyant sur des données de suivi issues du système d'identification automatique AIS (Automatic Identification System). Cet indice permet d'évaluer le stress dans les chaînes d'approvisionnement maritimes en fonction des retards causés par divers événements perturbateurs.
Méthode de calcul	Le GSCSI est calculé en utilisant les données de suivi AIS (Automatic Identification System) pour déterminer la capacité de transport maritime affecté par ces retards. L'indice est obtenu en divisant le stress par la capacité commerciale, ce qui permet l'impact des perturbations sur le commerce maritime. Les variations de cet indice sont directement corrélées aux événements perturbateurs, tels que les crises géopolitiques (Arvis et al., 2024).
Zone géographique	Les grandes routes intercontinentales (Asie, Europe, Amérique du Nord) (Arvis et al., 2024)
Mise à jour des données	Mensuel (Arvis et al., 2024)
Auteurs	Arvis et al. (2024)

3.1.9 Port Performance Indicators Selection and Measurement (PPRISM)

L'indice PPRISM est un cadre de référence élaboré à l'initiative de l'European Sea Ports Organisation (ESPO), en collaboration avec la Commission européenne, dans le but de proposer une évaluation harmonisée des performances portuaire en Europe. Contrairement à d'autres indices purement quantitatifs, le PPRISM adopte une approche multidimensionnelle, prenant en compte non seulement l'efficacité opérationnelle, mais aussi les dimensions économiques, environnementales, sociales et de gouvernance (Du, 2015).

L'indice PPRISM constitue ainsi un véritable tableau de bord stratégique, développé à partir d'un processus rigoureux impliquant les principales parties prenantes du secteur portuaire. À travers une série d'enquêtes, d'ateliers et de projets pilotes, des indicateurs ont

été sélectionnés, sur la base de leur pertinence pour les ports européens, la faisabilité en matière de collecte de données, et leur utilité pour orienter la prise de décision. Ces indicateurs couvrent plusieurs catégories : le trafic et les flux logistiques, l'impact économique, l'emploi, l'environnement, la gouvernance ainsi que la connectivité intermodale (Du, 2015).

La méthodologie suivie dans le cadre du projet est basée sur une évaluation participative : les indicateurs ne sont pas imposés de manière technocratique, mais validés par les ports eux-mêmes à travers une large concertation. Cela confère au PPRISM un haut degré d'acceptabilité et de légitimité sectorielle. Il ne s'agit pas seulement de mesurer les performances, mais aussi d'offrir un outil de pilotage stratégique pour accompagner les ports dans leurs politiques d'investissement, leur gestion environnementale et leur gouvernance (Du, 2015).

La zone géographique couverte par l'indice est l'ensemble des ports maritimes de l'Union européenne, pour une application à l'échelle européenne. L'ESPO propose une mise à jour annuelle des indicateurs, bien que la disponibilité des données dépende encore de la maturité des systèmes d'information portuaires dans certains pays membres (ESPO, 2012).

Le tableau 9 présente la définition de l'indice PPRISM, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 9
Port Performance Indicators Selection and Measurement (PPRISM)

Indice	Port Performance Indicators Selection and Measurement (PPRISM)
Définition	Il s'agit d'un tableau de bord regroupant des indicateurs bien définis, reconnus par les parties prenantes et permettant de mesurer les tendances de performance du secteur portuaire européen. Il se concentre sur les performances du système portuaire dans son ensemble.
Méthode de calcul	C'est un ensemble d'indicateurs développés pour couvrir différents aspects des activités portuaires.
Zone géographique	Les ports en Europe (ESPO, 2012)
Mise à jour des données	Annuel (ESPO, 2012)
Auteurs	ESPO (2012)

3.1.10 Harper Petersen Charter Rates Index (HARPEX)

L'indice HARPEX (Harper Petersen Charter Rates Index) mesure l'évolution des taux d'affrètement des navires porte-conteneurs sur le réseau du transport maritime mondial. Il s'agit d'un indice utile pour suivre la dynamique des coûts du transport maritime de conteneurs, qui se base sur les taux de fret hebdomadaires réels déclarés par la société d'armement Harper Petersen, spécialisée dans la location des navires. Il est spécialement dédié aux navires-porte-conteneurs, ce qui en fait un outil pertinent pour analyser les chaînes logistiques mondiales liées au transport de marchandises conteneurisées (Yilmazkuday, 2024).

L'indice HARPEX est intégré dans une analyse économétrique fondée sur un modèle vectoriel autorégressif structurel (SVAR), prenant en compte plusieurs facteurs exogènes comme le prix du pétrole, la valeur du dollar américain et les perturbations géopolitiques. L'indice est utilisé pour représenter les coûts de transport associés aux navires de différentes classes en fonction de leur capacité. Il capture ainsi les variations de prix dans le marché

d'affrètement, influencées par des aspects économiques, politiques et énergétiques (Yilmazkuday, 2024).

Le rôle principal de HARPEX est donc, à offrir une valeur précise et réactive de l'évolution des coûts de transport conteneurisé. En effet, les résultats montrent que l'indice réagit fortement aux crises géopolitiques à court terme (notamment par une hausse des coûts dans les premiers mois suivants un événement), bien que ces effets tendent à diminuer aux environs d'un an. Ces changements s'expliquent en partie par la flexibilité des navires conteneurisés, qui sont capables de modifier leurs routes ou de ralentir leur vitesse commerciale selon les circonstances. L'indice HARPEX est également influencé par la fluctuation du dollar américain, devise de référence dans la majorité des contrats d'affrètement maritime (Yilmazkuday, 2024).

L'indice HARPEX a une portée géographique mondiale, couvrant les principales routes maritimes internationales, notamment entre l'Asie, l'Europe et l'Amérique du Nord. Il est toutefois plus représentatif des marchés ouverts et compétitifs, dans lesquels les données sont facilement disponibles et reflètent plus fidèlement les conditions réelles du marché.

Le point fort du HARPEX réside dans la fréquence de sa mise à jour hebdomadaire, qui justifie une lecture précise et réactive de l'état du marché maritime. Cette fréquence élevée facilite l'identification rapide des crises géopolitiques, commerciales, ou économiques mondiales, ce qui permet aux décideurs d'anticiper les risques et d'adapter leurs politiques logistiques et commerciales (Yilmazkuday, 2024).

Le tableau 10 présente la définition de l'indice HARPEX, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 10
Harper Petersen Charter Rates Index (HARPEX)

Indice	Harper Petersen Charter Rates Index (HARPEX)
Définition	Il reflète l'évolution des prix mondiaux sur le marché de l'affrètement des PC. L'indice HARPEX a été initialement développé en 2004 à partir de données accumulées depuis 2001. Les tarifs d'affrètement sont évalués chaque semaine pour des périodes de 6 à 12 mois sur la base des affrètements hebdomadaires réels déclarés par Harper Petersen et des tendances sur le marché des conteneurs (Harper Petersen & Co, 2025).
Méthode de calcul	Harper Petersen publie l'indice par semaine civile en se basant sur des évaluations tarifaires couvrant neuf classes de navires. Les taux d'affrètement publiés sont exprimés en dollars américains et varient en fonction de la taille des navires PC.
Zone géographique	Service d'affrètement des navires porte-conteneurs
Mise à jour des données	Hebdomadaire (Yilmazkuday, 2024)
Auteurs	Harper Petersen & Co.

3.1.11 World Container Index (WCI)

Le World Container Index (WCI) est un indice mondial publié par Drewry Supply Chain Advisors. Il permet de suivre l'évolution des coûts du transport maritime de conteneurs à l'international. Contrairement à d'autres indices qui se concentrent sur un seul axe commercial, le WCI est une moyenne pondérée de huit routes maritimes majeures représentant les principaux échanges mondiaux, notamment Shanghai, Rotterdam, New York, Los Angeles et Gênes. Chaque composante du WCI est exprimée en dollars américains par conteneurs de 40 pieds, ce qui permet une standardisation dans la comparaison des taux (Zaenal Muttaqin et al., 2023).

Le WCI est calculé à partir des taux de fret spot hebdomadaires collectés sur les huit routes maritimes sélectionnées (Zaenal Muttaqin et al., 2023). Ces routes sont choisies en fonction de leur volume commercial et de leur importance stratégique dans les flux

logistiques est-ouest à l'échelle mondiale. Les taux de fret sont pondérés par le volume de conteneurs transportés, afin d'obtenir une moyenne représentative des tendances du marché. Cette méthode garantit que l'indice reflète les réalités économiques et logistiques du secteur (Zaenal Muttaqin et al., 2023).

Le rôle du WCI est de fournir un indice opérationnel et stratégique pour les parties prenantes du transport maritime. Il leur permet de suivre les fluctuations du marché en temps réel, de mieux négocier les contrats du fret ou encore d'évaluer l'impact de ces perturbations sur la compétitivité des ports (Zaenal Muttaqin et al., 2023).

Le tableau 11 présente la définition de l'indice WCI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 11
World Container Index (WCI)

Indice	World Container Index (WCI)
Définition	Le WCI fournit une prévision des tarifs de fret de conteneurs sur les principales routes commerciales à destination et en provenance des États-Unis, de l'Europe et de l'Asie. Il est mis à jour chaque semaine et est largement utilisé comme référence pour les tarifs de fret de conteneurs.
Méthode de calcul	Le WCI est calculé à partir d'une moyenne pondérée des taux de fret sur huit grandes routes commerciales, mises à jour chaque semaine. La pondération de chaque route est déterminée en fonction du volume de conteneurs transportés. De plus, un ensemble fixe de pondérations est utilisé pour le calcul du WCI, ces pondérations étant révisées annuellement en fonction des volumes d'échanges de l'année précédente.
Zone géographique	Une moyenne pondérée sur huit routes maritimes majeures (Zaenal Muttaqin et al., 2023)
Mise à jour des données	Hebdomadaire (Zaenal Muttaqin et al., 2023)
Auteurs	Drewry Shipping Consultants

3.1.12 Trade Facilitation Indicator (TFIs)

Le Trade Facilitation Indicator (TFI) est un ensemble d'indices élaborés par l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) afin de mesurer l'efficacité des politiques de facilitation des échanges dans les pays membres et non membres de l'organisation. Ces indicateurs visent à estimer les conséquences potentielles des réformes liées à la simplification des procédures douanières sur les volumes et les coûts du commerce international. Ils fournissent un outil d'analyse comparative permettant aux décideurs d'identifier les domaines prioritaires de réforme pour accroître l'efficacité des chaînes logistiques, en particulier dans les pays en développement (Moïsé et al., 2013).

Le Trade Facilitation Indicator (TFIs) est calculé à partir d'un ensemble de 98 variables quantitatives et qualitatives, organisées en 12 catégories thématiques correspondant aux principales dimensions de la facilitation des échanges, telles que la transparence, la simplification des procédures, l'automatisation, la gouvernance ou encore la coopération entre autorités frontalières. Chaque variable est représentée sur une échelle ordinaire à trois niveaux (0, 1 et 2), dans laquelle le résultat le plus élevé reflète la meilleure performance observée à l'échelle internationale. Ces résultats sont ensuite combinés sous forme de moyennes pondérées afin de produire un indicateur synthétique pour chaque pays et pour chaque dimension évaluée. Les données utilisées proviennent à la fois des sources publiques officielles et d'un questionnaire aux membres et observateurs de l'OCDE, ce qui garantit une diversité des sources et une représentativité des pratiques. Les résultats obtenus sont ensuite soumis à des tests économétriques, grâce à des modèles gravitationnels du commerce, pour évaluer l'impact des indicateurs sur les coûts commerciaux bilatéraux et la performance logistique globale des pays (Moïsé et al., 2013).

Le rôle principal des TFIs est d'apporter une base de priorisation pour les réformes, d'appuyer les négociations internationales, de solliciter les investissements et de favoriser une meilleure allocation des ressources en fonction des besoins structurels des pays. Ces indices permettent aussi de quantifier les gains potentiels d'une réforme complète. Par

exemple, la mise en œuvre conjointe de toutes les mesures identifiées pourrait permettre une réduction des coûts commerciaux jusqu'à 14,5 % dans les pays à faible revenu, 15,5 % dans les pays à revenu intermédiaire inférieur, et 13,2 % dans ceux à revenu intermédiaire supérieur (Moïsé et al., 2013).

La couverture géographique des TFIs est vaste. En effet, les TFIs englobent 107 pays non membres de l'OCDE, incluant 96 membres de l'OMC et 11 observateurs, répartis en groupes de revenu, en zones géographiques (Afrique subsaharienne, Moyen-Orient et Afrique du Nord, Asie, Amérique latine et Caraïbes, Europe de l'Est (hors OCDE) et Asie centrale, Amérique latine), ainsi qu'en catégories particulières comme les pays en développement. Cette représentativité permet de dégager des résultats différenciés selon les contextes socio-économiques (Moïsé et al., 2013). En complément, l'étude de Wong chan (2024) met en valeur les mesures de facilitation du commerce qui sont nécessaires, mais non suffisantes à l'amélioration de la performance transfrontalière, en appliquant une méthode Necessary Condition Analysis (NCA). Cette dernière identifie 84 mesures critiques dont l'absence empêche tout progrès significatif, ce qui dénote l'importance de leur mise en œuvre comme condition préalable à tout gain de performance commerciale.

La mise à jour de l'indice se fait tous les deux ans, ce qui assure un suivi régulier des progrès réalisés par les pays en matière de facilitation du commerce (Moïsé et al., 2013). Toutefois, la disponibilité et la fiabilité des données restent tributaires de la qualité des systèmes d'information nationaux et de la coopération des administrations (Moïsé et al., 2013).

Le tableau 12 présente la définition de l'indice TFIs, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 12
Trade Facilitation Indicators (TFIs)

Indice	Trade Facilitation Indicators (TFIs)
Définition	Il s'agit d'un outil d'évaluation permettant de mesurer l'impact de la facilitation des échanges sur les flux commerciaux et les coûts. Il assure un suivi et une analyse comparative, offrant un aperçu des performances, des forces, des faiblesses et de l'évolution des pays. Cet indice constitue ainsi une base solide pour prioriser les réformes en matière de facilitation des échanges.
Méthode de calcul	Les Trade Facilitation Indicators (TFIs) sont calculés à partir d'un ensemble de 98 variables quantitatives et qualitatives, organisées en 12 catégories thématiques correspondant aux principales dimensions de la facilitation des échanges. Chaque variable est codée sur une échelle ordinaire à trois niveaux (0,1,2), dans lequel le résultat le plus élevé reflète la meilleure performance observée à l'échelle internationale.
Zone géographique	107 pays non membres de l'OCDE (Afrique subsaharienne, Moyen-Orient et Afrique du Nord, Asie, Amérique latine et Caraïbes, Europe de l'Est (hors OCDE) et Asie centrale, Amérique latine (Moïsé et al., 2013)
Mise à jour des données	Deux ans (Moïsé et al., 2013)
Auteurs	Moïsé et al. (2011), Moïsé et al. (2013)

3.1.13 Supply Chain Stability Index

Le Supply Chain Stability Index est un indice, développé par KPMG, est un cabinet américain, qui regroupe des firmes indépendantes spécialisées dans les services d'audit, de fiscalité et de conseil. Il est présent dans 145 pays avec environ 236 000 collaborateurs, l'organisation offre également une expertise dans le domaine des chaînes d'approvisionnement, notamment en matière de stratégie, planification, exécution logistique et distribution. KPMG est reconnue comme un acteur majeur de l'innovation et du développement des compétences dans le secteur des opérations (KPMG, 2022). En partenariat avec l'Association for Supply Chain Management (ASCM), une organisation internationale engagée à la transformation organisationnelle, le développement des talents et l'innovation dans les chaînes d'approvisionnement, ce programme s'appuie sur la formation APICS de renommée internationale. Il vise à proposer des normes mondiales, des contenus

spécialisés en gestion de la chaîne logistique ainsi des programmes de formation adaptés à tous les niveaux professionnels (KPMG, 2022).

Cet indice permet d'évaluer dans quelle mesure les chaînes d'approvisionnement parviennent à atteindre leurs objectifs de performance de manière constante malgré les perturbations (KPMG, 2022).

L'indice se fonde sur l'exploitation de données historiques couvrant 14 années, et s'appuie sur environ 30 variables reflétant la performance globale des chaînes logistiques aux États-Unis, notamment en matière de niveau de service, de coûts, de capital immobilisé et de ressources humaines. Grâce à des algorithmes d'analyses avancés, il identifie les principaux facteurs de variabilité, à savoir : la logistique (responsable de 71% des perturbations), la capacité (19 %) et l'approvisionnement (10 %) (KPMG, 2022).

Le tableau 13 présente la définition de l'indice Supply Chain Stability, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 13
Supply Chain Stability Index

Indice	Supply Chain Stability Index
Définition	KPMG a développé un indice pour mesurer la stabilité des chaînes d'approvisionnement. Grâce à l'analyse de données de marché et à des modèles avancés, cet indice évalue la capacité des organisations à gérer la volatilité et à adapter leurs opérations pour prendre des décisions plus éclairées.
Méthode de calcul	Le calcul de cet indice repose sur un ensemble d'algorithmes automatisé, alimenté par 14 années de données intégrant près de 30 variables clés et indicateurs de performance. L'indice de stabilité met en évidence les nouveaux comportements adoptés par les entreprises pour s'adapter à un nouvel environnement marqué par une volatilité accrue. Parmi les principales variables de stress affectant les chaînes d'approvisionnement figurent le coût du fret et de la main-d'œuvre, les perturbations économiques, les fluctuations de la demande, et les défis logistiques.
Zone géographique	États-Unis (KPMG, 2022)
Mise à jour des données	RAS
Auteurs	KPMG

3.1.14 Port Environmental Index (PEI)

Le Port Environmental Index (PEI) est un indice quantitatif développé dans le cadre de recherche européenne PIXEL pour évaluer la performance environnementale des ports. Il permet une évaluation en temps réel ou quasi réel de l'impact environnemental des activités portuaires (Milošević et al., 2023).

L'indice PEI se fonde sur l'identification d'aspects environnementaux significatifs selon la norme ISO 14001, tels que les émissions atmosphériques, les déchets, les eaux usées et les nuisances sonores, lumineuses et olfactives. Il est basé sur l'exploitation de données issues de capteurs IoT déployé dans l'environnement portuaire, permettant de suivre et d'analyser en continu des paramètres environnementaux clés liés aux navires, aux terminaux,

et aux opérations globales. Le calcul du PEI repose sur une implication de trois sous-indices : le Ship Environmental Index (SEI), le Terminal Environmental Index (TEI) et le Port Authority Environmental Index (PAIE). Ces sous-indices sont normalisés via la méthode de distance à une référence, pondérés à l'aide de la méthode de répartition budgétaire, puis agrégés pour obtenir un résultat global de performance environnementale (Široka et al., 2021).

Le rôle principal du PEI est d'offrir aux parties prenantes un indice décisionnel et opérationnel permettant de piloter les stratégies environnementales, de détecter les seuils critiques et de suivre l'évolution des performances écologiques. Il facilite également la transparence environnementale et la communication avec la communauté locale (Milošević et al., 2023).

La couverture géographique actuelle du PEI est européenne, avec une application pilote déployée au port de Thessalonique en Grèce, mais la structure de l'indice le rend facilement extensible à d'autres ports internationaux, en fonction de la disponibilité des données et la spécificité nationale (Milošević et al., 2023).

En termes de fréquence, le PEI permet une mise à jour mensuelle, voire quotidienne en continu, en fonction de la fréquence d'acquisition des données par les capteurs connectés. Cette capacité à opérer en temps réel en fait un outil adapté aux exigences environnementales du secteur de transport maritime (Milošević et al., 2023).

Le tableau 14 présente la définition de l'indice PEI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 14
Port Environnemental Index (PEI)

Indice	Port Environmental Index (PEI)
Définition	L'indice permet de collecter des mesures environnementales en temps réel ou quasi réel grâce à des capteurs, facilitant ainsi l'évaluation continue de la performance environnementale d'un port.
Méthode de calcul	L'indice PEI est calculé sur la base des données estimant les émissions de gaz à effet de serre, en prenant en compte les éléments suivantes : - Temps d'accostage et de manœuvre. - Puissance installée des moteurs principaux et auxiliaires. - Type de navire, de moteur et de carburant. - Facteurs d'émission.
Zone géographique	Les ports en Europe (Milošević et al., 2023)
Mise à jour des données	Mensuelle (Milošević et al., 2023)
Auteurs	Milošević et al.

3.1.15 Total Factor Productivity Index (TFPI)

L'indice Total Factor Productivity Index (TFPI) est un indice composite qui permet de mesurer de manière dynamique la performance productive d'une entité comme un port, en prenant en compte l'efficacité avec laquelle l'ensemble des ressources, tant humaines que capitales sont mobilisées. L'étude de Le et Van (2024) propose une application approfondie de cet indice dans le cadre du développement régional, en l'utilisant pour évaluer la performance de 63 provinces vietnamiennes sur une période de 18 ans (2002-2019).

La méthode de calcul de cet indice TFPI se fait selon différentes méthodes, ça dépend de l'objectif voulu. Le et Van. (2024) utilisent l'indice de productivité Faer-Primont, une extension de l'indice Malmquist, reconnue pour sa capacité à satisfaire les propriétés de transitivité et de complétude. En parallèle, Ding et al. (2024) applique la méthode du Global Malmquist Productivity Index, une version améliorée de l'indice de Malmquist. Ces méthodes permettent de décomposer l'indice en plusieurs composantes, en fonction de la méthode choisie (Le et Van, 2024).

Le TFPI est ainsi un outil essentiel pour comprendre les facteurs de la croissance de la productivité dans un environnement portuaire ou régional. Il permet non seulement de suivre la progression dans le temps, mais aussi de comparer différentes unités géographiques ou logistiques entre elles. Il constitue une base solide pour la formulation des politiques publiques, en identifiant les leviers les plus efficaces comme l'amélioration de l'efficacité technique ou la réduction des pertes liées à l'environnement opérationnel (Le et al., 2024).

D'après l'étude de Le et Van. (2024) la zone géographique étudiée porte sur 63 provinces du Vietnam, réparties entre les zones urbaines, rurales et côtières. Le TFPI est calculé annuellement sur la période 2002-2019. La disponibilité régulière des autres données statistiques permet une mise à jour continue de l'indice (Le et Van, 2024).

Le tableau 15 présente la définition de l'indice TFPI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 15
Total Factor Productivity Index (TFPI)

Indice	Total Factor Productivity Index (TFPI)
Définition	C'est un indice essentiel pour mesurer la productivité portuaire, car elle reflète le taux de variation de la production totale par rapport aux intrants totaux. Le TFPI regroupe plusieurs indicateurs d'entrée (x) et de sortie (y) afin de mesurer les changements de productivité portuaire au fil du temps ou entre différents ports.
Méthode de calcul	Pour calculer le TFPI, nous utilisons initialement l'indice global de Malmquist afin d'estimer le taux de croissance du TFPI de chaque port. Ensuite, en prenant la productivité totale des facteurs comme valeur de référence, nous cumulons les taux de croissance de la PTF sur la période étudiée pour obtenir l'indice PTF spécifique à chaque port.
Zone géographique	63 provinces de Vietnam (Le et Van, 2024)
Mise à jour des données	RAS
Auteurs	Le et Van.

3.1.16 Time and Capacity Transport Index (TCT)

L’indice maritime basé sur le temps de transport minimal entre ports (efficacité temporelle) et de la capacité maximale de flux (efficacité volumétrique) développé par Jiang et al. (2015). Ces deux mesures permettent d’avoir un indice maritime quantitatif basé sur le temps et la capacité de transport. Bien que les auteurs n’aient pas attribué de nom spécifique à cet indice, l’appellation TCT est ici proposée à des fins de structuration conceptuelle (Jiang et al., 2015). Le rôle du TCT vise ainsi à mesurer la connectivité d’un port à travers la variation de la performance du réseau lorsqu’il n’agit pas comme un point de transbordement (Jiang et al., 2015).

La méthodologie de calcul de cet indice repose sur la modélisation du réseau maritime mondial sous forme d’un graphe orienté par des paramètres spécifiques. Chaque noeud de ce réseau représente un port ou un service maritime, tandis que chaque lien symbolise une liaison maritime directe caractérisée par un temps de transit, une capacité de transport (en EVP) et des délais d’attente ou de transfert. Pour évaluer l’importance stratégique d’un port en tant que noeud de transbordement, il existe deux scénarios : un port en fonctionnement normal (Import/ Export) et un autre scénario où le port exerce ses activités normales en ajoutant le service du transbordement (Jiang et al., 2015).

À partir des modèles de cette configuration, deux modèles de calcul sont proposés. Le premier, le Minimum Transportation Time Model (MTTM), vise à mesurer le temps moyen de transport minimal entre le point de départ et à la destination. Il s’agit d’optimiser les trajets, en considérant qui ont recours au service de transbordement. Le deuxième, c’est le Maximum Transportation Capacity Model (MTCM), qui cherche à évaluer la perte maximale de capacité de transport entre le point de départ et à la destination sans transbordement. Cette modélisation permet ainsi de quantifier l’impact du port sur la performance globale du réseau maritime (Jiang et al., 2015).

L’indice a été conçu pour être applicable à l’ensemble du réseau maritime mondial. Toutefois, Jiang et al., (2015) dans leur étude mettent l’accent sur la région Asie-Pacifique,

en raison de son rôle stratégique dans le commerce mondial (Jiang et al., 2015). Les autres grandes régions maritimes du monde (Europe, Amériques, Afrique...) sont regroupées et représentées sous forme de « super ports », c'est-à-dire des nœuds synthétiques jouant un rôle équivalent dans le réseau. Cette approche permet de réduire la taille du modèle tout en conservant une structure réaliste et connectée au réseau mondial (Jiang et al., 2015).

Le tableau 16 présente la définition de l'indice TCT, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 16
Time and Capacity Transport Index (TCT)

Indice	Time and Capacity Transport Index (TCT)
Définition	L'indice de temps et de capacité est défini en fonction de son impact sur le réseau de transport lorsque le service de transbordement n'est pas disponible dans le port évalué. Le principe clé consiste à identifier le temps de transport minimum pour chaque expédition de cargaison, de son port d'origine à son port de destination, dans deux cas : lorsque le service de transbordement est disponible et lorsqu'il ne l'est pas. Ensuite, les performances du réseau maritime dans ces deux cas sont analysées afin de mesurer l'impact et, par conséquent, la connectivité du port.
Méthode de calcul	Pour calculer l'indice de connectivité en fonction, du temps de transport et de capacité, le cadre d'analyse développée par Jianlin et al., repose sur plusieurs paramètres. Ceux-ci incluent la capacité des liaisons, le temps d'attente pour le transfert d'un service à un autre, ainsi que le temps d'attente pour le temps de service à un autre, ainsi que le temps d'attente d'un envoi à son port d'origine. À partir de ces informations, des réseaux sont modélisés afin d'évaluer la connectivité des ports.
Zone géographique	Couverture globale (Jiang, J. et al., 2015)
Mise à jour des données	C'est un modèle analytique que l'on peut recalculer à la demande, en fonction des évolutions et la disponibilité des données du réseau maritime. (Jiang, J. et al., 2015)
Auteurs	Jiang, J. et al.

3.1.17 Container Port Connectivity Index (CPCI)

L’indice de connectivité des ports à conteneurs (CPCI) est un indice de connectivité développé par Bartholdi et al. (2016), est conçu pour évaluer l’importance stratégique des ports dans le réseau mondial du transport maritime, en se concentrant spécifiquement sur les terminaux à conteneurs.

Le CPCI est basé sur la topologie du réseau et sur la qualité économique des connexions portuaires. Il utilise une pondération des liaisons entre ports dérivés de l’indice LSCI adaptée pour représenter les capacités réelles de transport entre ports (Bartholdi et al., 2016). Le calcul de CPCI se base sur l’algorithme Hyperlink-Induced Topic Search (HITS), qui attribue à chaque port deux résultats distincts : un résultat entrant (capacité d’agrégation) et résultat sortant (capacité de distribution) (Bartholdi et al., 2016). Un port est considéré comme stratégiquement important non seulement en fonction de ses connexions directes, mais aussi selon la connectivité des ports avec lesquels il est relié (Bartholdi et al., 2016).

Concernant sa couverture, l’indice est mondial et inclut 457 ports et 2479 liaisons directes. Cet indice peut être actualisé à chaque nouvelle mise à disposition de données sur les services de ligne régulière telles que rapportées par la Source de données commerciales Compair Data, mais il ne fait pas l’objet d’une mise à jour périodique standardisée, comme une fréquence mensuelle ou annuelle (Bartholdi et al., 2016).

Le rôle principal du CPCI est de fournir une mesure holistique et dynamique de l’importance d’un port dans la chaîne logistique mondiale, en permettant notamment d’identifier les ports et de mieux comprendre les effets des crises économiques sur la connectivité globale (Bartholdi et al., 2016).

Le tableau 17 présente la définition de l’indice CPCI, la méthode, la zone géographique que l’indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 17
Container Port Connectivity Index (CPCI)

Indice	Container Port Connectivity Index (CPCI)
Définition	Cet indice permet d'obtenir une analyse plus détaillée sur l'intégration portuaire, basée sur algorithme Hyperlink-Induced Topic Search (HITS). Celui-ci génère des résultats distincts en fonction des importations et des exportations du port.
Méthode de calcul	L'algorithme HITS calcule deux résultats pour chaque nœud d'un réseau d'arêtes dirigées. Dans le contexte de conteneurs, ces résultats sont appelés résultats d'entrée et résultats de sortie. Un port avec un résultat d'entrée élevé possède une plus grande capacité d'agrégation de pouvoir d'agrégation des marchandises, tandis qu'un port avec un résultat de sortie élevé dispose d'un plus grand pouvoir de distribution des marchandises.
Zone géographique	Une couverture géographique mondiale, incluant 457 ports et plus de 2400 liaisons, selon les dernières mises à jour (Bartholdi et al., 2016)
Mise à jour des données	Cet indice peut être actualisé à chaque nouvelle mise à disposition de données sur les services de ligne régulière, mais pas d'une façon périodique (Bartholdi et al., 2016)
Auteurs	Bartholdi et al.

3.1.18 Foreland Port Connectivity Index (FPCI)

L'indice Foreland Port Connectivity Index (FPCI) est un indice développé par Martínez-Moya et al. (2020), destiné à mesurer la connectivité des ports à conteneurs en se concentrant sur les services maritimes de type Short Sea Shipping (SSS). Cet indice vise à surmonter les limites des approches antérieures en intégrant à la fois des facteurs quantitatifs (volume de capacité) et qualitatifs (qualité des liaisons) (Martínez-Moya et al., 2020).

Selon Martínez-Moya et al. (2020), le FPCI se compose de deux sous-indices : un indice de quantité, basé sur la capacité annuelle en EVP des services maritimes (Annualised Slot Capacity, ASC), et un indice de qualité, qui prend en compte le nombre de services maritimes et le nombre de ports de destination connectés, pondérés comme des facteurs de correction (cité dans Petroff, 2024).

Le FPCI est calculé à l'aide d'une formule multiplicative, dans laquelle les ports sont comparés à un port de référence ayant un résultat de connectivité plus élevé. L'indice porte sur les ports du système espagnol desservis par des services SSS, pour un total de 20 ports connectés à 80 ports de destination par 70 services maritimes (Martínez-Moya et al., 2020).

Sur le plan stratégique, le FPCI permet d'évaluer avec précision l'importance fonctionnelle d'un port pour les entreprises exportatrices et importatrices, et d'aider les décideurs à identifier les investissements prioritaires et les zones de faiblesse, ou encore à comparer la performance des ports concurrents (Martínez-Moya et al., 2020).

Le tableau 18 présente la définition de l'indice FPCI, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 18
Foreland Port Connectivity Index (FPCI)

Indice	Foreland Port Connectivity Index (FPCI)
Définition	<p>Le Foreland Port Connectivity Index un indice conçu pour fournir une mesure plus complète et précise de la connectivité des ports à l'avant-pays maritime. Il se compose de deux sous-indices :</p> <p>L'indice de quantité, qui mesure la capacité des créneaux entre les paires de ports.</p> <p>L'indice de qualité, qui cherche à capturer la qualité des connexions maritimes. L'objectif principal du FPCI est de révéler les différences existantes entre les services maritimes offerts par les ports.</p>
Méthode de calcul	<p>Le calcul du FPCI s'appuie deux sous-indices :</p> <p>L'indice de quantité évalue la capacité de lot annuelle (ASC) en TEU offerte par un service maritime, en fonction de la capacité des navires et de leur fréquence.</p> <p>La formule générale du FPCI est la suivante :</p> $\text{FPCI} = (\text{indice de quantité}) \times (\text{indice de qualité}).$
Zone géographique	L'indice porte sur les ports du système espagnol desservis par des services SSS, pour un total de 20 ports connectés à 80 ports de destination par 70 services maritimes (Martínez-Moya et al., 2020)
Mise à jour des données	Cet indice peut être actualisé à chaque nouvelle mise à disposition de données, mais pas d'une façon périodique (Martínez-Moya et al., 2020)
Auteurs	Martínez-Moya et al.

3.1.19 CPCI decomposition

Le CPCI décomposé (Decomposed Container Port Connectivity Index) est une évolution du CPCI initialement proposé par Bartholdi et al. (2016), développée par Jarumaneeroj et al. (2023) dans le but d'offrir une évaluation plus détaillée et explicative de l'importance stratégique des ports à conteneurs dans le Global Container Shipping Network (GCSN). Alors que le CPCI calcule l'importance d'un port à partir de l'algorithme Hyperlink-Induced Topic Search (HITS) appliqué à une matrice de connectivité dérivée de l'indice LSCI, la version décomposée va plus loin en désagrégant cette matrice en cinq composantes du LSCI :

- Le nombre de services maritimes.

- Le nombre d'armateurs.
- Le nombre de navires.
- La capacité cumulée en EVP.
- La capacité du plus grand navire.

Cette décomposition permet d'attribuer à chaque port un résultat détaillé pour chaque facteur, mettant en lumière les sources précises de son importance logistique (Jarumaneeroj et al., 2023).

Le CPCI décomposé se calcule à travers la création d'un réseau dirigé, où chaque port est un nœud et chaque lien entre deux ports est pondéré par une composante du LSCI. L'algorithme HITS est ensuite appliqué à chaque matrice pondérée pour obtenir les résultats de connectivité entrante (agrégation) et sortante (distribution) pour chaque port. L'indice ainsi obtenu permet d'expliquer les variations dans les classements de connectivité, notamment lors des crises économiques, et d'identifier les composantes qui ont le plus influencé ces variations (Jarumaneeroj et al., 2023).

L'indice est appliqué à une échelle mondiale, intégrant des données issues d'un site nommé Blue Water Reporting, qui couvre un grand nombre de ports internationaux (Jarumaneeroj et al., 2023). En ce qui concerne la mise à jour de l'indice, elle n'est pas standardisée d'une façon mensuelle ou annuelle, mais dépend de la disponibilité des données de services maritimes à un moment donné (Jarumaneeroj et al., 2023).

Le rôle stratégique de ce CPCI décomposé est d'aider les parties prenantes à mieux comprendre les raisons derrière le classement d'un port, à identifier les vulnérabilités ou les forces cachées, et à orienter les décisions logistiques ou politiques en matière de connectivité maritime (Jarumaneeroj et al., 2023).

Le tableau 19 présente la définition de l'indice CPCI decomposition, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 19
CPCI decomposition

Indice	CPCI decomposition
Définition	CPCI decomposition est un indice proposé par Jarumaneeroj et al., pour analyser l'importance relative des ports à conteneurs de manière plus granulaire. Il s'agit de décompose le CPCl en plusieurs composantes, chacune représentant une contribution spécifique à l'importance globale du port. Cette décomposition permet d'identifier plus précisément les déterminants de l'importance des ports.
Méthode de calcul	La décomposition de l'indice CPCl repose sur le remplacement des équations originales par de nouvelles formules intégrant plusieurs composantes spécifiques. Chaque composante du LSCI (Liner Shipping Connectivity Index) est représentée sous forme matricielle, prenant en compte le nombre de services de ligne, le nombre de compagnies maritimes, le nombre de navires, la capacité combinée des navires en EVP et la plus grande capacité des navires accostant au port. Cette approche permet d'analyser l'importance globale du port en la répartissant en contributions spécifiques de chaque composant.
Zone géographique	L'indice est appliqué à une échelle mondiale, intégrant des données issues d'un site nommé Blue Water Reporting, qui couvre un grand nombre de ports internationaux (Jarumaneeroj et al., 2023)
Mise à jour des données	En ce qui concerne la mise à jour de l'indice, elle n'est pas standardisée d'une façon mensuelle ou annuelle, mais dépend de la disponibilité des données de services maritimes à un moment donné (Jarumaneeroj et al., 2023)
Auteurs	Jarumaneeroj et al.

3.1.20 Roll-on Roll-off Connectivity index (RORO)

L'indice de connectivité des rouliers, proposé par De Langen et al. (2016) a été conçu pour mesurer la performance des ports européens dans les réseaux maritimes RORO, un mode de transport particulièrement développé en Europe pour le fret et les véhicules (De Langen et al., 2016). Contrairement aux autres indices maritimes LSCI, centrés sur le

transport conteneurisé avec transbordement, l'indice RoRo repose sur les caractéristiques propres à ce secteur, notamment la prédominance des liaisons directes, la faible fréquence de transbordement et la cohabitation de flux de passagers et de marchandises (De Langen et al., 2016).

Le calcul de cet indice s'appuie sur quatre composantes :

- Le nombre de composantes desservies.
- La fréquence des services.
- Le nombre de prestataires de services.
- Le nombre minimal d'escales intermédiaires.

Chaque lien portuaire est évalué à partir de ces composantes à l'aide d'une fonction de rendements décroissants, modélisée par des courbes polynomiales, avec des poids attribués aux différentes variables (De Langen et al., 2016).

La qualité de chaque lien est normalisée entre 0 et 1, et l'indice final de chaque port est obtenu par agrégation des résultats de ses connexions (De Langen et al., 2016). En ce qui concerne la couverture géographique, l'indice est limité aux ports du réseau central de l'Union européenne, l'étude a été faite sur 148 ports de pays européens, conformément à la liste de la Commission européenne (2015) (De Langen et al., 2016).

Les données proviennent des Schedule publiés par 23 compagnies et ont été collectées à partir des semaines 33 et 34 de l'année 2015. De Langen et al. (2016) précisent que la méthodologie peut être réutilisée avec des données ultérieures afin de permettre une analyse évolutive et comparative dans le temps. Toutefois, aucune fréquence de mise à jour périodique, telle que mensuelle ou annuelle, n'est définie dans leur approche (De Langen et al., 2016).

L'indice RORO a un rôle stratégique, qui permet de comparer la performance relative des ports, mais surtout d'observer l'évolution de leur connectivité dans le temps (De Langen

et al., 2016). Il s'agit du premier indicateur de connectivité portuaire spécifiquement conçu pour le transport RoRo, tenant compte de ses spécificités opérationnelles et économique (De Langen et al., 2016).

Le tableau 20 présente la définition de l'indice RORO, la méthode, la zone géographique que l'indice dessert, la fréquence de la mise à jour, et les auteurs consultés pour obtenir ces informations.

Tableau 20
Roll-on Roll-off Connectivity index (RORO)

Indice	Roll-on Roll-off Connectivity index (RORO)
Définition	Il s'agit d'un indicateur de connectivité portuaire basé sur trois attributs des liaisons : la fréquence hebdomadaire, le nombre de prestataires de services et le nombre d'escales intermédiaires. Cet indice mesure la qualité d'une connexion en calculant la moyenne des résultats individuels attribués à chaque facteur.
Méthode de calcul	Il est déterminé à partir de quatre composantes principales: - Nombre de destinations directes - Fréquence des services - Nombre de prestataires de services - Nombre minimal d'escales intermédiaires Enfin, en additionnant les résultats de toutes les connexions, on obtient un résultat global pour le port, compris entre 0 et 1.
Zone géographique	L'indice est limité aux ports du réseau central de l'Union européenne, l'étude a été faite sur 148 ports de pays européens, conformément à la liste de la Commission européenne (2015) (De Langen et al., 2016)
Mise à jour des données	Les données proviennent des Schedule publiés par 23 compagnies et ont été collectées à partir des semaines 33 et 34 de l'année 2015, De Langen et al. (2016) précisent que la méthodologie peut être réutilisée avec des données ultérieures afin de permettre une analyse évolutive et comparative dans le temps (De Langen et al., 2016)
Auteurs	De Langen et al. (2016).

3.2 CLASSIFICATION ET SELECTION DES INDICES MARITIMES

Le recensement de ces 20 indices met en évidence des différences significatives, chacun apportant des avantages spécifiques selon qu'il concerne la performance économique,

environnementale ou financière, la gouvernance ou la connectivité maritime. Alors, ces aspects offrent une vision globale et détaillée de la situation d'un port ou d'un pays.

Ce recensement d'indices maritimes facilite leur compréhension et leur interprétation, grâce à une structuration en tableaux qui prennent en compte la méthodologie de calcul, le champ d'application et les auteurs ayant développé ces indices. Ces tableaux constituent un outil essentiel pour les décideurs et les parties prenantes du secteur portuaire, leur permettant d'identifier les indices les plus pertinents en fonction de leurs besoins spécifiques.

Chaque indice offre une perspective spécifique et unique qui permet d'analyser différents aspects des opérations portuaires, d'améliorer la compréhension des évolutions du transport maritime et de faciliter une prise de décision claire et précise. De plus, grâce aux informations relatives à la zone d'application de chaque indice, cette analyse fournit un contexte précis, qui aide les décideurs à comprendre où et comment ces mesures peuvent être exploitées afin d'optimiser les performances portuaires et d'améliorer la connectivité portuaire. Le tableau 21 distingue ainsi les cinq grandes catégories pour les 20 indices maritimes.

Tableau 21
Classification des indices maritimes selon les cinq catégories

Catégories	Les indices maritimes
Indices de performance opérationnelle	CPPI (<i>Container Port Performance Index</i>) PPF (<i>Port Productivity Factor</i>) TCT (<i>Index based on time and transport capacity</i>) TAB (<i>Trading Across Borders Index</i>) LPI (<i>Logistics Performance Index</i>)
Indice environnemental	PEI (<i>Port Environmental Index</i>)
Indices financiers et économiques	HARPEX <i>Charter Rates</i> WCI (<i>World Container Index</i>) TFP (<i>Total Factor Productivity Index</i>)
Indices politiques et réglementaires	PPRISM (<i>Port Performance Indicators Selection and Measurement</i>) TFI'S (<i>Trade Facilitation Indicators</i>) WBPIQ (<i>World Bank Port Infrastructure Quality Indicator</i>) KPMG (<i>Supply Chain Stability Index</i>) GCSI (<i>Global Supply Chain Stress Index</i>)
Indices de connectivité maritime	LSCI (<i>Liner Shipping Connectivity Index</i>) LSBCI (<i>Liner Shipping Bilateral Connectivity Index</i>) PLSCI (<i>Port Liner Shipping Connectivity Index</i>) RORO (<i>Roll on-Roll-off</i>) CPCI (<i>Container Port Connectivity Index</i>) FPCI (<i>Foreland Port Connectivity Index</i>)

Grâce à cette distinction par cinq grandes catégories, nous avons pu extraire les indices de connectivité maritime, qui constituent l'objectif de notre analyse dans la suite de ce mémoire. Ces indices figurent parmi les principaux outils utilisés dans le secteur maritime, d'après nos recherches, et sont également les plus utilisés par les chercheurs dans la plupart des études. Cette structuration facilite leur compréhension et leur interprétation, notamment grâce à ces tableaux qui prennent en compte la méthodologie de calcul, la zone géographique et les auteurs ayant développé ces indices maritimes. Cette catégorisation de ces indices permet d'identifier ceux qui sont les plus adaptés aux différentes contraintes du secteur

maritime. Ces tableaux constituent un outil essentiel pour les décideurs et les parties prenantes du secteur portuaire, leur permettant d'identifier les indices les plus pertinents en fonction de leurs besoins spécifiques et des objectifs qu'ils poursuivent.

Cependant, pour approfondir notre analyse et mieux cibler les outils les plus pertinents pour mesurer la connectivité maritime, il a été nécessaire de nous concentrer sur une catégorie des indices maritimes, soit les indices de connectivité maritime. Nous expliquons les quatre critères sur lesquels nous nous sommes basés pour sélectionner ces indices de connectivité maritime.

Dans cette perspective, il convient de rappeler que la connectivité maritime est un facteur stratégique composé de plusieurs dimensions. Elle vise à évaluer la capacité d'un port à se connecter efficacement à l'arrière-pays, grâce à la qualité et à l'efficacité des liaisons maritimes, assurant ainsi une fluidité des échanges commerciaux. Cette définition constitue un point de référence essentiel qui a guidé notre sélection des indices en nous permettant d'identifier ceux qui mesurent spécifiquement la connectivité maritime. En effet, parmi les différents indices maritimes existants, nous avons privilégié les indices qui mesurent directement la connectivité maritime en excluant les autres quatre catégories qu'on a vues dans la section précédente.

Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une revue de la littérature structurée, menée afin d'identifier les principaux indices de connectivité en lien avec notre problématique de recherche. Le but était de sélectionner les indices permettant une évaluation précise et ciblée des composantes de la connectivité maritime.

La sélection des sources a été effectuée en fonction de notre objectif. À la suite de cette étape de collecte et de classification, un processus de sélection des indices a été entrepris selon des critères bien définis, afin de garantir leur adéquation avec notre problématique de recherche.

Ce choix a été basé sur quatre critères principaux. Premièrement, il vise à répondre précisément à la problématique de cette recherche, qui porte sur l'étude des principaux

indices de connectivité maritime utilisés dans le secteur du transport maritime, ainsi que sur les obstacles limitant leur adoption. Ce critère garantit que les indices sélectionnés sont en lien avec la problématique, assurant une analyse ciblée et cohérente avec nos objectifs. Dans ce cadre-là, la sélection des indices s'est basée sur leur capacité à mesurer la connectivité maritime des ports.

Deuxièmement, les indices ont été sélectionnés en fonction de leur degré d'utilisation par les chercheurs et les parties prenantes. Des indices de connectivité maritime largement reconnus par leur utilisation fréquente, et qui ont été adoptés pour la suite de notre analyse à savoir LSCI, LSBCI, PLSCI, FPCI, RORO et FPCI. Ces indices de connectivité sont considérés comme des outils clés de mesure, adoptés par les acteurs du transport pour évaluer la connectivité des ports.

Troisièmement, un critère déterminant dans ce choix a été la fiabilité et la disponibilité des données. Nous avons privilégié des indices de connectivité maritime dont les données sont régulièrement mises à jour et standardisées par des organisations internationales, garantissant ainsi la solidité et la pertinence de notre analyse. En effet, une étude ne peut être rigoureuse sans un accès fiable aux données.

Quatrièmement, la diversité des indices met en évidence l'intégration de plusieurs aspects du transport maritime. Certains indices de connectivité se concentrent sur des secteurs spécifiques, comme CPCI et RORO, tandis que d'autres permettent une analyse générale, comme LSCI et LSBCI, ou nationale, comme PLSCI et FPCI. Cette diversité offre une vision globale et précise de la position d'un port ou d'un pays sur la connectivité maritime. De plus, la complémentarité de ces indices avec les indicateurs de performance renforce la cohérence de notre approche pour répondre à la problématique.

Finalement, dans la première section, nous avons réalisé une présentation descriptive qui intègre cinq catégories d'indices maritimes, à savoir les indices de performance opérationnelle, environnementale, financiers et économiques, politiques et réglementaires ainsi que les indices de connectivité maritime. Cette première classification nous a permis

d'identifier et de sélectionner les indices de connectivité maritime en vue d'une analyse plus approfondie.

Cependant, pour affiner cette sélection, nous avons introduit cette section, basée sur quatre critères essentiels, afin de justifier le choix de ces indices de connectivité les plus pertinents pour une analyse de connectivité maritime. De plus, ils facilitent l'analyse comparative menée dans la section suivante en permettant de mieux comprendre les forces, les faiblesses, et les applications concrètes de ces indices, ce qui permet aux décideurs et aux parties prenantes d'identifier les indices maritimes les plus adaptés à leurs besoins.

3.3 ANALYSE COMPARATIVE

Une analyse comparative présentée sous forme d'un tableau 22, qui se base sur les caractéristiques spécifiques de six indices de connectivité maritime, en fonction de leur rôle respectif. Ces rôles décrivent ce que chaque indice est capable de mesurer, ainsi que ses limites, qui découlent de son champ d'expertise. Lorsqu'un indice ne couvre pas un certain aspect de la connectivité maritime, d'autres viennent compléter cette analyse, mettant ainsi en évidence leur complémentarité. En revanche, pour une analyse comparative, il est essentiel de sélectionner des critères spécifiques, à savoir la limite et la pertinence, tout en distinguant leur utilité stratégique et opérationnelle. Ce choix de critères permet de comprendre l'utilisation principale de chaque indice et de situer son rôle dans la connectivité maritime. Par ailleurs, l'ajout d'exemples issus d'études vient renforcer également cette analyse, en apportant des cas concrets qui illustrent l'application pratique de ces indices.

Tableau 22
Analyse comparative sur les indices de connectivité maritime.

Les indices de connectivité maritime	Les critères comparatifs					
	Rôle	Limite	Pertinence	Avantage	Exemples d'utilisation des indices	Accessibilité
LSCI	Évalue la compétitivité globale des pays dans le transport maritime	Ne considère pas les relations bilatérales	Stratégique	Couverture globale de la connectivité maritime des pays	Étude de Liner shipping connectivity as determinant of trade (Fugazza et al., 2017)	Facilement accessible sur le site de la CNUCED
LSBCI	Détermine les relations bilatérales et les échanges optimaux commerciaux	Ne prends pas en compte les échanges commerciaux	Stratégique	Évaluation globale de la connectivité maritime entre deux pays	Visualizing maritime connectivity at national level: The case of LSBCI links of West European countries (Guerrero et al., 2021)	Requiert des données bilatérales accessibles sur le site de la CNUCED
PLSCI	Assure la compétitivité portuaire entre les ports qui se ressemblent	Ne retiens pas les analyses globales	Opérationnelle	Amélioration des relations internationales	Structures of port Connectivity, competition, and shipping networks in Europe (Liu et al., 2022)	Les données sont disponibles sur le site de la CNUCED
CPCI	Permet aux ports d'avoir une meilleure gestion des conteneurs	Ne mesure pas les relations commerciales à l'international	Opérationnelle	Spécialisé dans un secteur de transport	A new Connectivity index for container ports (Bartholdi et al., 2016)	Les données pour des indices spécifiques à un certain secteur, rendant l'accès aux données difficile
FPCI	Fournis une analyse approfondie de la qualité des services portuaires	N'évalue pas les autres secteurs, et ce limite aux aspects commerciaux	Stratégique	Mesure la qualité des échanges commerciaux	Measuring foreland container port connectivity disaggregated by destination markets: An index for Short Sea Shipping services in Spanish ports (Martínez-Moya et al., 2020)	Occasionnellement accessible selon l'étude trouvée
RORO	Optimise la gestion des réseaux RORO dans le secteur automobile	Ne retiens pas les autres aspects pouvant influencer les résultats	Stratégique et opérationnelle	Spécialisé dans un secteur de transport	Port connectivity indices: an application to European RoRo shipping (De Langen et al., 2016)	Cibler sur un secteur spécifique avec des données très difficile à trouver

Le tableau 22 présente une analyse comparative des principaux indices de connectivité maritime, chacun ayant des objectifs, des limites et des applications spécifiques. Ce tableau vise à analyser en profondeur les points forts et les limites de chaque indice. Cette analyse permet non seulement de justifier les choix méthodologiques de notre recherche, mais également de comprendre pourquoi certains indices sont privilégiés dans la théorie et tandis que d'autres restent moins utilisés dans la pratique portuaire.

Chaque indice de connectivité joue un rôle spécifique en fonction de l'objectif qu'il poursuit et de l'échelle à laquelle il s'applique. Le Liner Shipping Connectivity Index (LSCI), développé par la CNUCED, vise à évaluer la connectivité globale des pays en matière de transport maritime. Cet indice fournit une vision générale utile à la comparaison entre pays. Cependant, sa limite majeure réside dans le fait qu'il ne tient pas compte des relations bilatérales. Ce constat est appuyé par Fugazza et al. (2017), qui reconnaissent son utilité globale tout en soulignant son manque de précision lorsqu'il s'agit d'analyser des échanges commerciaux spécifiques.

Le Liner Shipping Bilatéral Connectivity Index (LSBCI) comble cette lacune en mettant l'accent sur les relations bilatérales entre deux pays. Il permet une meilleure compréhension des flux commerciaux réels, bien qu'ils ne prennent pas en compte le volume ou la nature exacte des échanges. Guerrero et al. (2021) l'ont utilisé pour cartographier les liaisons maritimes entre les pays européens, confirmant son utilité stratégique dans la planification des politiques commerciales.

Quant au PLSCI (Port Liner Shipping Connectivity Index), il offre une approche comparative entre ports similaires, permettant d'évaluer leur compétitivité au sein d'un même segment de marché. Liu et al. (2022) soulignent sa pertinence opérationnelle pour améliorer la performance des infrastructures portuaires. Toutefois, cet indice ne permet pas de mener des analyses globales, ce qui limite sa portée dans les études plus générales.

Le CPCI proposé par Bartholdi et al. (2016) se concentre sur la gestion des conteneurs dans les ports. Cet indice permet de comprendre les dynamiques internes des flux

conteneurisés, mais reste sectoriel et ne prend pas en compte les relations commerciales à l'échelle mondiale. Il est principalement utilisé dans les recherches académiques, ce qui limite sa visibilité auprès des acteurs portuaires.

L'indice FPCI (Foreland Port Connectivity Index), développé par Martínez-Moya et al., (2020), se distingue par son orientation sur l'avant-pays. Il fournit une évaluation détaillée de la qualité des services maritimes dans le contexte espagnol, mais ne s'applique pas à d'autres types de services ni à d'autres zones géographiques, ce qui réduit sa portée internationale.

Enfin, l'indice RoRo, proposé par De Langen et al. (2016), est le seul à se concentrer sur le secteur du roulier. Il prend en compte les spécificités de ce mode de transport, notamment en Europe, mais n'intègre pas d'autres dimensions pouvant influencer la performance logistique, comme les flux de passagers ou la congestion portuaire.

L'analyse du tableau 22 montre que les indices étudiés ne sont pas exclusifs les uns des autres. Au contraire, ils sont complémentaires, chacun apportant une perspective utile selon l'échelle, le secteur et l'objectif d'analyse.

Par exemple, le LSCI fournit une vision d'ensemble du positionnement d'un pays dans le commerce maritime mondial, tandis que le LSBCI affine cette analyse en se concentrant sur les flux bilatéraux. Ces deux indices peuvent donc être utilisés conjointement pour passer d'une évaluation macro-économique à une compréhension plus spécifique des relations commerciales.

D'après les six indices de connectivité maritime, nous avons deux indices, PLSCI et le CPCl, qui sont utiles pour des analyses opérationnelles à l'échelle portuaire. Le PLSCI permet de comparer des points similaires, ce qui est pertinent pour les autorités portuaires souhaitant renforcer leur attractivité. Le CPCl, quant à lui, est particulièrement adapté à la gestion des flux de conteneurs, en évaluant la connectivité d'un port au sein du réseau global de conteneurs.

L'indice FPCI, bien qu'appliqué uniquement au système portuaire espagnol, met en lumière des dimensions essentielles de l'avant-pays, souvent négligées dans les autres indices. De même, l'indice RoRo permet de mesurer la performance d'un secteur de transport spécifique, stratégique pour certaines zones géographiques comme l'Europe du Nord.

L'intégration de ces indices permet une approche multidimensionnelle et contextualisée de la connectivité maritime. Ce constat est d'ailleurs appuyé par Liu et al. (2022), qui suggère l'utilisation combinée des indices afin de répondre à la complexité croissante du secteur des transports maritimes.

En revanche, l'un des éléments clés du tableau 22 est la question de l'accessibilité des données liées à ces indices. Les indices développés par des organisations internationales comme la CNUCED (LSCI, LSBCI, PLSCI) sont facilement disponibles sur le site web de la CNUCED, ce qui facilite leur intégration dans les analystes et rapports portuaires.

Tandis que les indices comme le CPCI, le FPCI et l'indice RORO sont issus de recherches académiques, leur mise à jour reste régulière, leur accessibilité est restreinte, et les bases de données nécessaires à leur calcul ne sont pas toujours disponibles publiquement.

L'approche approfondie du tableau 22 permet de dénoter que la connectivité maritime ne peut être appréhendée de manière unidimensionnelle. Alors, que chaque indice porte sur un aspect différent, qu'il soit global, bilatéral, sectoriel, opérationnel. Toutefois, leur adoption reste freinée par des obstacles méthodologiques, d'accessibilité et de diffusion. Il est donc nécessaire de renforcer la collaboration entre les chercheurs, les institutions internationales et les acteurs portuaires afin de rendre ces indices plus accessibles, opérationnels et intégrés dans les processus décisionnels.

Dans la section suivante, nous illustrons l'application concrète de ces indices à travers l'exemple du port de Zeebrugge. Cette étude de cas nous permet d'observer l'utilisation et l'interprétation de ces indices de connectivité dans la pratique, ainsi que leur influence sur la gestion portuaire et la prise de décisions. En analysant les résultats obtenus pour ce port, nous

illustrent la complémentarité et les limites de ces indices, tout en mettant en lumière leur pertinence dans l'évaluation de la connectivité maritime.

3.4 L'EXEMPLE DU PORT DE ZEEBRUGGE

3.4.1 La description du port de Zeebrugge

Dans cette section, nous avons opté pour une discussion d'un cas spécifique sur le port de Zeebrugge en Belgique. Tout d'abord, une présentation sur le port de Zeebrugge, ainsi que son positionnement dans le commerce international, la nature des flux de marchandises qui transitent et l'importance du port pour la région.

Le port de Zeebrugge est un port belge situé sur la mer du nord, en Région flamande (Verdonck et al., 2024). Il est l'un des ports les plus importants d'Europe, sa localisation géographique constitue un atout stratégique pour les échanges européens, sud-européens ainsi qu'avec les continents les plus lointains. Depuis la fusion avec le port d'Anvers en 2021, en formant une seule entité appelée le port d'Antwerp-Bruges (Verdonck et al., 2024).

Le port de Zeebrugge est devenu le plus grand port d'exportation européen (Constant, 2022), au contraire au port de Rotterdam qui est connu comme un port d'importation par sa capacité logistique et ses infrastructures avancées (Laurine, 2021). Néanmoins, le port de Zeebrugge est un port polyvalent qui traite différents types de marchandises (Verdonck et al., 2024). Le total de volume de fret en 2023 était de 271 millions de tonnes, compris 137,2 millions de tonnes de conteneurs, 24,8 millions de tonnes de marchandises sèches et générales et 88,7 millions de tonnes du vrac liquide (Verdonck et al., 2024). En 2024, ce volume a augmenté de 3% par rapport à la même période en 2023, en raison d'une forte demande pour le transport de conteneurs. (Verdonck et al., 2024).

En plus, le port de Zeebrugge est également reconnu comme l'un des leaders mondiaux dans le transport roulier, grâce à ces nombreuses connexions avec les principaux ports

d'Europe du Nord, du sud, du Royaume-Uni et des pays scandinaves. Ce rôle stratégique a été renforcé par la perspective d'évolution du post-Brexit comme un échange commercial fluide avec le marché britannique (Martin, 2022). Nous avons choisi ce port grâce à sa position stratégique qui en fait une interface importante pour les échanges commerciaux entre l'Europe, notamment le Royaume-Uni, les Scandinaves et le sud de l'Europe.

Ce choix du port nous a permis d'explorer la connectivité maritime, à la fois bilatérales LSBCI avec les Pays-Bas comme Rotterdam, et au niveau de la connectivité globale LSCI. En plus de sa spécialisation dans le secteur du transport roulier, il opère sur diverses activités portuaires comme les conteneurs, des vracs (liquides, solides) et d'autres marchandises diverses. Cette diversité nous a permis de choisir le port de Zeebrugge dans le but d'analyser les principales données disponibles et accessibles des indices de connectivité pour ce port.

Dans cette optique, nous avons retenu quatre indices parmi les six répertoriés et identifiés précédemment : LSCI, LSBCI, PLSCI et RORO. Ce choix s'explique par plusieurs raisons. D'abord, ces indices couvrent à la fois la connectivité globale (LSCI), la connectivité bilatérale (LSBCI), la performance portuaire (PLSCI), ainsi qu'un secteur d'activité portuaire spécifique (RORO). Leur complémentarité permet d'analyser la connectivité maritime sous des angles variés et représentatifs des réalités portuaires. Ensuite, la plupart de ces indices présentent l'avantage d'être accessibles, régulièrement mis à jour et largement utilisés dans les rapports internationaux (comme ceux de la CNUCED), ce qui facilite leur utilisation dans une étude concrète. Enfin, ils sont particulièrement pertinents au regard de notre question de recherche, qui vise à comparer l'interprétation des résultats selon le type d'indice utilisé. Le but est d'établir une perspective claire sur la connectivité maritime pour chaque indice, et ce, en fonction des circonstances et des dimensions employées.

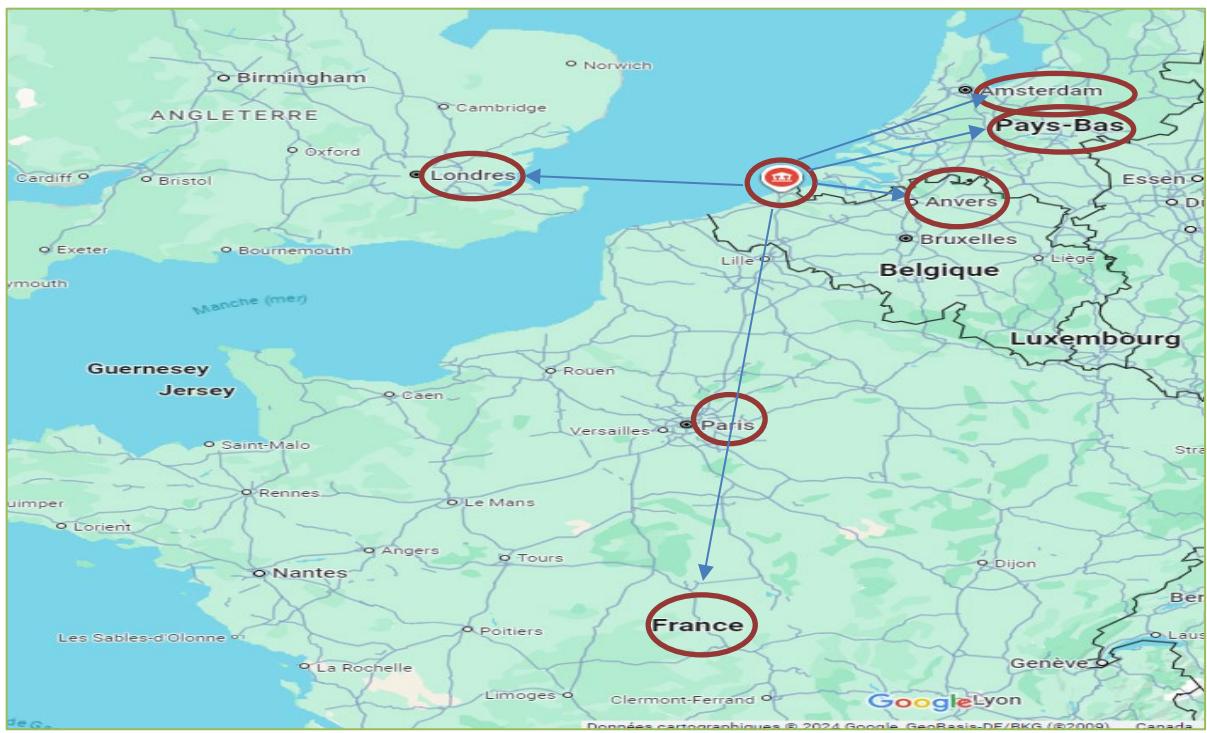


Figure 2
Port de Zeebrugge (Belgique). Note. Tiré de : Google Mapp © (Google, 2024)

3.4.2 Rappel sur la méthode de calcul des indices pour le cas du port de Zeebrugge :

Tableau 23
Méthode de calcul

Les indices de connectivité maritime	Méthode de calcul
Liner Shipping Connectivity Index (LSCI)	<p>Le LSCI est calculé de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour chaque composante, on divise la valeur d'un port par la valeur moyenne de cette composante au 1er trimestre de 2023. - Par la suite, on calcule la moyenne des 6 composantes pour ce pays. - La moyenne des composantes est multipliée par 100. - Le résultat est un indice moyen LSCI de 100 au 1er trimestre de 2023.
Liner Shipping Bilateral Connectivity Index (LSBCI)	<p>LSBCI est calculé en prenant en compte des 5 composantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valeur normalisée = $(\text{Valeur brute} - \text{Valeur minimale}) / (\text{Valeur maximale} - \text{Valeur minimale})$. - Le résultat prend impérativement une valeur entre 0 et 1.
Port Liner Shipping Connectivity Index (PLSCI)	<ul style="list-style-type: none"> - Pour chaque composante, on divise la valeur d'un port par la valeur moyenne de cette composante au 1er trimestre de 2023. - Ensuite, on calcule la moyenne des six composantes qui est multipliée par 100 pour ce port. - Le résultat est un indice moyen PLSCI de 100 au premier trimestre de 2023.
RORO Connectivity Index	<p>Il se calcule sur la base de 4 composantes principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre de destinations directes - Fréquence des services - Nombre de prestataires de services - Nombre minimal d'escales intermédiaires <p>Ensuite, on additionne les résultats de toutes les connexions, pour obtenir un résultat global du port, qui est impérativement compris entre 0 et 1.</p>
Foreland Port Connectivity Index (FPCI)	Données absentes
Container Port Connectivity Index (CPCI)	Données absentes

Cette analyse permet d'illustrer l'application concrète des indices de connectivité et comment ces indices peuvent être utilisés en pratique, mais aussi d'évaluer leur portée analytique dans l'interprétation de la connectivité maritime. Chaque indice sélectionné met en évidence une dimension particulière du réseau de transport maritime, et leur combinaison permet une évaluation plus complète. Le tableau 23 rappelle les méthodes de calcul utilisées pour chaque indice.

Tout d'abord, l'indice LSCI repose sur six composantes : le nombre d'escales de navires prévus/semaine dans le pays, la capacité de charge annuelle déployée en (EVP), le nombre de services offert du TMR au départ/l'arrivée au pays, le nombre de compagnies de TMR qui fournissent des services au départ/l'arrivée au pays, la taille moyenne en EVP du plus grand navire-PC déployé sur les services de TMR au départ ou à l'arrivée au pays, le nombre d'autres pays qui sont reliés au pays par des services directs de TMR. Le résultat de la Belgique atteint 345.67 (CNUCED, 2024c), un niveau bien supérieur à la moyenne de référence fixée à 100. Ce résultat élevé traduit l'intégration stratégique du pays dans les réseaux de transport maritime mondiaux et témoigne d'une forte connectivité à l'international.

Cependant, l'indice PLSCI, qui reprend la même méthode de calcul que le LSCI, mais appliqué à un port spécifique, comme pour notre cas c'est le port de Zeebrugge qui indique un résultat élevé de PLSCI de 169.51, mais pas trop élevé, car il dépasse légèrement l'indice moyen PLSCI qui est de 100 (CNUCED, 2024c), il souligne que le port bénéficie de la diversité des infrastructures portuaires avancées et la bonne gestion des opérations portuaire, ainsi qu'il maintient de bonnes relations avec ses opérateurs maritimes qui résulte d'une large couverture des services maritimes réguliers.

L'indice LSBCI, quant à lui, se fonde sur cinq composantes normalisées qui évaluent les relations bilatérales entre pays ou ports. Parmi ces composantes figurent le nombre de transbordements requis pour aller du pays A au pays B, nombre de connexions directes communes aux pays A et B, nombre de connexions communes par paire de pays nécessitant un seul transbordement, niveau de concurrence quant aux services maritimes réguliers qui

desservent le transport entre les pays A et B, de la taille du plus grand navire opérant sur l'itinéraire le moins dense qui relie les pays A au pays B, et le résultat impérativement compris entre 0 (qui signifie une absence totale de connectivité bilatérale) a 1 (signifie une forte connectivité bilatérale) (CNUCED, 2024b). En ce qui concerne, l'indice LSBCI entre le port de Rotterdam et le port de Zeebrugge affiche un résultat moyen de 0.5 qui reflète une connectivité bilatérale moyenne et la diversité des secteurs d'activités entre ces deux ports. Cela suggère que, malgré leur proximité géographique et leur complémentarité, les deux ports ne disposent pas d'un niveau de connectivité bilatérale optimal, peut être en raison de différences dans les secteurs d'activité ou de spécialisations portuaires.

Enfin, l'indice de connectivité RORO, propre au transport par navires rouliers, est particulièrement adapté pour évaluer les connexions du port de Zeebrugge, qui est reconnu pour son importance dans le secteur automobile. Le calcul de cet indice se base sur quatre composantes principales : le nombre de destinations directes, la fréquence des services, le nombre d'opérateurs, et le nombre minimal d'escales intermédiaires. Le résultat obtenu pour Zeebrugge est de 6.18, selon l'étude de De Langen et al. (2016), ce qui est considéré comme très élevé. Ce résultat souligne sa forte spécialisation dans le secteur d'automobile en Europe.

L'analyse combinée de ce que ces indices révèlent la position stratégique de Zeebrugge en tant que hub portuaire. Toutefois, cette diversité d'indices montre également qu'il est mieux d'utiliser plusieurs indices, par exemple, si l'on considère uniquement l'indice RORO, très élevé pour Zeebrugge, on pourrait conclure que le port possède une forte connectivité maritime. Or, l'indice PLSCI, bien qu'au-dessus de la moyenne, reste modéré par rapport à d'autres ports européens majeurs. Cela montre que la connectivité de Zeebrugge est forte dans un secteur spécifique comme le roulier, mais moins élevé dans d'autres.

Cette réflexion met en lumière la nécessité d'une approche combinée pour évaluer efficacement la connectivité maritime, en tenant en compte des différentes dimensions qu'offrent ces indices, notamment, l'intégration globale dans le commerce maritime (LSCI), l'efficacité locale (PLSCI), la relation bilatérale (LSBCI), ou encore la spécialisation dans

un secteur bien définie (RORO). L’usage combiné de ces indices permet de prendre une décision claire et stratégique sur des bases plus convaincantes.

Cependant, malgré leur apport théorique et analytique, leur adoption dans la gestion portuaire reste limitée. Cette observation soulève alors une question essentielle : quels sont les obstacles qui freinent leur utilisation et quels facteurs expliquent la prévalence des indicateurs de performance sur ces indices de connectivité ? Cette question soulève la problématique des freins à leur adoption, qu’ils soient liés à l’accessibilité des données, à la complexité des calculs ou à la méconnaissance de leur utilité par les acteurs opérationnels. Ces éléments feront l’objet d’une discussion approfondie dans le chapitre suivant, qui portera sur les obstacles à l’adoption des indices de connectivité maritime et les indicateurs de performance.

CHAPITRE 4

DISCUSSION DES RÉSULTATS

Après avoir présenté dans les chapitres précédents la distinction entre les indices maritimes et les indicateurs de performance, ainsi qu'un recensement structuré des différents types d'indices existants et de leur fonction, nous introduisons ici une analyse ciblée portant sur une sélection d'indices de connectivité, afin de comprendre leur rôle dans l'évolution de la connectivité maritime des ports et des pays. Ce chapitre quatre vise à identifier les facteurs qui influencent la manière dont ces indices sont mobilisés et communiqués auprès des acteurs du secteur maritime. Nous avons structuré ce chapitre en trois sections complémentaires.

La première section est consacrée à l'analyse des obstacles méthodologiques et structurels qui freinent l'utilisation des indices de connectivité maritime. Il s'agit d'examiner les difficultés rencontrées lors de la collecte et l'exploitation des données, ainsi que les enjeux liés à l'actualisation des informations dans un contexte en constante évolution. Ces éléments permettent de comprendre pourquoi ces indices ne sont pas pleinement utilisés.

Dans la deuxième section, nous élargissons cette analyse en identifiant d'autres facteurs qui expliquent la prévalence des indicateurs de performance dans la gestion portuaire. En effet, si les indices de connectivité permettent d'évaluer l'approche stratégique d'un port sur le long terme, les indicateurs de performance offrent des résultats instantanés. Ils facilitent ainsi l'optimisation des flux logistiques et la gestion des opérations portuaires, ce qui explique leur adoption.

Enfin, la troisième section s'intéresse aux principaux utilisateurs des indices maritimes et des indicateurs de performance, notamment les organisations internationales et les autorités portuaires. Elle vise à mieux comprendre leurs rôles respectifs dans la structuration et l'adoption de ces indices maritimes. Afin d'approfondir cette analyse, nous avons mené un exercice d'observation portant sur la présence de ces indices dans les rapports annuels de quatre ports : Montréal, Toronto, Halifax et Singapour. Cet exercice permet de confronter les logiques d'usage entre deux types d'acteurs : d'une part, les organisations internationales qui

défendent une vision globale de la connectivité maritime, et d'autre part, les autorités portuaires qui s'appuient davantage sur des indicateurs de performance. Cette confrontation aide à comprendre la distinction entre ces deux concepts.

Ces observations sur le choix méthodologique des parties prenantes et leur impact sur l'utilisation des indices de connectivité maritimes nous amènent à identifier des obstacles concrets qui entravent leur utilisation. En effet, malgré, leur pertinence pour l'évaluation de l'intégration des ports aux réseaux de transport maritime international, ces indices restent moins utilisés dans la gestion portuaire. Cette situation a justifié l'identification des obstacles structurels, méthodologiques et opérationnels qui limitent leur utilisation.

À ce sujet, Guy (2013) souligne que l'appropriation des outils d'action publique ne dépend pas uniquement de leur rigueur méthodologique, mais également des représentations, des routines institutionnelles et des cadres cognitifs qui structurent les pratiques des acteurs. Autrement dit, un outil comme un indice de connectivité, aussi robuste soit-il, ne sera adopté que s'il trouve un ancrage dans les logiques d'usage existantes.

De ce fait, la section suivante s'appuie sur les premiers résultats précédents pour approfondir l'analyse des facteurs de prévalence, en commençant par une description des obstacles liés aux indices de connectivité maritime.

4.1 LES OBSTACLES DES INDICES DE CONNECTIVITE MARITIME

Le tableau 24 illustre les principaux obstacles à l'utilisation des indices de connectivité maritime. Ces obstacles ont été identifiés à partir d'une revue de littérature scientifique et structurée, réalisée en amont dans le cadre méthodologique. Cette revue nous a permis de recenser les indices les plus fréquemment utilisés et d'analyser les obstacles mentionnés par les chercheurs dans les rapports de la CNUCED et la Banque mondiale.

L’analyse croisée de ces sources a permis de faire émerger plusieurs types d’obstacles méthodologiques, réglementaires, opérationnels, ou encore liés à l’accessibilité des données qui, bien qu’évoqués à plusieurs reprises, sont rarement systématisés. En effet, ces obstacles relèvent principalement de la variabilité des composantes prises en compte ainsi que des biais potentiels dans l’interprétation des résultats qui influencent leur fiabilité. Ces obstacles compliquent ainsi leur utilisation pratique pour les gestionnaires portuaires.

Cette démarche s’inscrit plus largement dans notre stratégie de sélection et d’évaluation des indices, présentée dans les chapitres précédents. À titre de rappel, la base de sélection, telle que décrite dans la section 3.2, les indices ont été retenus sur la base de quatre critères : leur pertinence par rapport à notre problématique de recherche, leur degré d’utilisation dans la littérature et les milieux professionnels, la fiabilité des données disponibles, ainsi que la diversité des dimensions logistiques qu’ils couvrent.

Dans cette optique, nous avons regroupé les indices de connectivité en deux catégories selon la nature des obstacles qui freinent leur pertinence et leur adoption. La première catégorie comprend les indices LSCI, LSBCI et PLSCI, qui sont principalement affectés par des obstacles liés à la connectivité maritime entre les ports et les pays. Ces indices sont souvent influencés par la diversité des infrastructures portuaires, les variations des volumes d’échanges et la complexité des formalités douanières, rendant ainsi leur utilisation sujette à des fluctuations et des imprécisions dans l’évaluation de la connectivité maritime. De plus, des incohérences dans les critères de mesure et l’absence d’uniformisation des méthodologies viennent renforcer ces facteurs de prévalence.

La deuxième catégorie regroupe les indices CPCI, FPCI et RORO, qui se concentrent davantage sur des aspects spécifiques aux services maritimes spécialisés. Ces indices font face à des contraintes principalement liées à l’évaluation de la qualité des services maritimes, à l’absence de prise en compte des aspects économiques et aux diversités entre les différents modes de transport. En outre, la cohérence et la disponibilité des données restent des enjeux majeurs pour ces indices, ainsi que leur capacité à refléter la réalité du transport maritime.

Le tableau suivant présente les principaux obstacles qui permettent de structurer les premiers résultats en fonction des facteurs de prévalence qui entravent l'adoption de ces indices, pour améliorer leur pertinence et optimiser leur utilisation dans la prise de décision stratégique.

Tableau 24
Les obstacles des indices de connectivité

Indices	Obstacles
LSCI	<ul style="list-style-type: none"> - Faire varier les composantes entre les pays, créant des inégalités de connectivité. - Éviter de considérer qu'un faible indice ne signifie pas nécessairement un isolement maritime. - Se focaliser uniquement sur le transport maritime par conteneurs. - Ne pas prendre en compte les fluctuations à court terme. - Négliger de la capacité d'accueil des ports comme facteur essentiel de la connectivité.
LSBCI	<ul style="list-style-type: none"> - Favoriser les pays développés au détriment des pays en développement. - Complexifier les formalités douanières, entravant la fluidité des échanges. - Indiquer le volume des importations/des exportations ne reflète pas forcément une forte connectivité bilatérale. - Changer fréquents des réglementations ralentissant les opérations maritimes. - Avoir des interprétations biaisées en raison d'une évaluation incomplète des critères de connectivité. - Réduire le LSBCI à mesure que le nombre de transbordements entre deux pays augmente. - Vérifier des documents douaniers. - Améliorer les infrastructures portuaires. - Garantir la pertinence et la fiabilité des données.
PLSCI	<ul style="list-style-type: none"> - Anticiper les évolutions et les perturbations des facteurs externes. - Éliminer la subjectivité des données. <p>(Auteurs : Kakou, 2024; Guiziou, 2024; Rezaei et al., 2018; Fugazza et al., 2017; Bouazza et al., 2023).</p>
CPCI	<ul style="list-style-type: none"> - Inclure soit les critères quantitatifs, soit les critères qualitatifs. - Ignorer les aspects économiques et les aspects de la connectivité qui ont influencé le coût de fret maritime. - Rencontrer des problèmes de disponibilité et de cohérence des données.
FPCI	<ul style="list-style-type: none"> - Manquer de veille sur les tendances économiques actuelles. - Se concentrer sur une seule catégorie de service maritime. - Faire varier la qualité des services maritimes. - Comparées avec d'autres modes de transport, entraînent des différences structurelles.
RORO	<ul style="list-style-type: none"> - Uniformiser l'application des indices. <p>(Auteurs : De Langen et al., 2016; Martínez-Moya et al., 2020; Jarumaneeroj, et al., 2023)</p>

L'analyse des indices de connectivité maritime met en évidence un ensemble d'obstacles récurrents susceptibles de limiter leur pertinence et leur utilisation effective. Afin de structurer cette analyse, nous avons essayé de regrouper ces obstacles en quatre grandes catégories, qui regroupent de manière synthétique les différents obstacles qui sont identifiés et bien détaillés dans le tableau 24.

Tout d'abord, la question de la fiabilité et de l'accessibilité des données constitue l'un des obstacles les plus fréquemment identifiés dans notre recherche ainsi que dans l'évaluation de la connectivité maritime. Le LSCI, par exemple, bien qu'utile pour mesurer le positionnement relatif des pays dans les réseaux maritimes mondiaux, repose sur des composantes dont la pertinence varie selon le contexte de chaque pays (Fugazza et al., 2017). Cet écart méthodologique engendre des inégalités structurelles de connectivité, notamment entre les économies développées et les pays en développement (CNUCED, 2023b).

Par ailleurs, Bouazza et al. (2023) rappellent que les facteurs pris en compte dans les indices ne se sont pas adaptés à toutes les réalités nationales, ce qui limite leur comparabilité. Kakou (2024) illustre cette situation à travers le cas des ports d'Afrique de l'Ouest, montrant que leur faible connectivité résulte autant de contraintes logistiques et économiques que des logiques d'organisation des grandes compagnies maritimes. Dès lors, plusieurs auteurs s'accordent sur le fait que cette diversité de situations rend délicat toute comparaison équitable entre ports ou pays sur la seule base du LSCI.

Puis, nous avons des obstacles méthodologiques qui réduisent l'utilisation des indices pour les acteurs portuaires. Par exemple, Martínez-Moya et al. (2020) montrent que ces indices ne prennent pas toujours en compte des éléments essentiels comme le volume effectif traité ou la fréquence des services, ce qui peut fausser la perception de la connectivité de ce port. De leur côté, Ducruet et al. (2022) insistent sur le fait que les indices globaux tendent à négliger la complexité des transports spécialisés, comme ceux du secteur roulier.

Guy (2013) souligne que l'adoption des outils d'évaluation, dans notre cas les indices de connectivité maritime, dépend autant de considérations techniques que de la manière dont ces outils s'inscrivent dans des représentations institutionnelles, des normes sectorielles ou des cadres cognitifs partagés. Rodrigue (2020) montre que la pertinence des indicateurs de transport dépend fortement du contexte décisionnel dans lequel ils sont mobilisés. Ainsi, un indice peut être techniquement rigoureux sans pour autant s'imposer comme outil de référence si les acteurs concernés n'en perçoivent ni la légitimité ni la valeur stratégique (Guy, 2013).

Ensuite, la fragmentation des corridors logistiques constitue un obstacle transversal important, qui se manifeste notamment à travers des problématiques telles que la vérification complexe des documents douaniers, l'insuffisance des infrastructures portuaires, ou encore la faible fiabilité des données logistiques. Elle accentue également les déséquilibres entre pays développés et pays en développement. Cette fragmentation est particulièrement marquée dans les pays, comme l'Afrique ou l'Amérique du Sud, où les corridors logistiques sont souvent discontinus ou faiblement coordonnés. De Langen et al. (2016) notent que l'application des indices de connectivité dans des régions comme l'Afrique ou l'Amérique du Sud peut produire des résultats peu exploitables, en raison du manque d'intégration logistique et des disparités infrastructurelles.

Notteboom et al. (2022) confirment également que ces indices sont beaucoup plus représentatifs dans les contextes européens ou asiatiques, où les infrastructures portuaires et les cadres réglementaires sont plus homogènes. La section 3.3 reposait principalement sur ces constats, en montrant que certains indices, tels que le FPCI ou le RORO, présentent une forte spécialisation dans certains secteurs portuaires, ce qui limite leur adoption dans d'autres secteurs.

À l'inverse, des indices comme le LSCI ou le LSBCI, bien qu'ils offrent une couverture plus large et soient plus facilement accessibles via la CNUCED, demeurent conditionnés par la disponibilité et la qualité des données, notamment bilatérales, ce qui peut restreindre leur précision dans certaines analyses ciblées.

Enfin, les facteurs géopolitiques et économiques ont également une grande influence sur les indices de connectivité. Par exemple, les nouvelles tensions commerciales, comme l'imposition d'une taxe de 25 % sur les produits importés aux États-Unis depuis le Canada, la Chine et le Mexique, ont un impact direct sur la réorganisation des routes maritimes vers des ports ou des pays moins affectés par les modifications tarifaires, ce qui influence les résultats de ces indices de connectivité.

Cette réorganisation des flux commerciaux entraîne une modification artificielle des indices de connectivité, en augmentant la connectivité apparente de certains ports sans pour autant refléter une amélioration structurelle de leurs infrastructures. Selon Rodrigue (2020), la redéfinition des chaînes d'approvisionnement sous l'effet de ces guerres commerciales et économiques entraîne une redistribution des flux commerciaux et modifie le positionnement des ports à l'échelle internationale.

Dans cette dynamique, l'interprétation des indices de connectivité doit être nuancée et contextualisée (Liu et al., 2022). Pour un port donné, un indice de connectivité élevé ne signifie pas nécessairement une amélioration de la performance ou de la compétitivité, mais peut simplement refléter une réallocation temporaire des flux commerciaux en réponse à des facteurs externes comme les guerres commerciales. En outre, les indices de connectivité peuvent être biaisés si leurs composantes ne tiennent pas compte de l'évolution commerciale et politique ou des fluctuations des taux de fret maritime.

Pourtant, malgré ces obstacles, les indices de connectivité restent un outil clé dans la prise de décision. Le CPCI et le FPCI, bien qu'imparfaits, permettent aux acteurs du transport maritime de choisir les routes commerciales optimales, de cibler des hubs portuaires et d'anticiper les évolutions du marché. Ces indices servent également à orienter les investissements en infrastructures portuaires en identifiant les écarts de connectivité qui limitent le potentiel commercial de certaines régions. Selon Ducruet et al., (2022), leur utilisation dans les analyses de marché et les stratégies portuaires demeure essentielle pour évaluer la compétitivité des ports à long terme.

Ainsi, cette analyse des obstacles permet de souligner des dynamiques complexes, où les facteurs économiques, réglementaires et méthodologiques interagissent, pour influencer l’interprétation des flux maritimes à l’international. Dans la section suivante, nous approfondirons cette analyse en identifiant les autres facteurs de prévalence, notamment ce qui influence l’adoption des indicateurs de performance. Cette approche permettra de mieux comprendre les interactions entre les indicateurs de performance et les indices de connectivité.

4.2 LES FACTEURS DE PREVALENCE ENTRE LES INDICES DE CONNECTIVITE ET INDICATEURS DE PERFORMANCE

Dans notre étude, le facteur de prévalence ne renvoie pas à une définition standardisée, mais correspond plutôt à un critère d’analyse que nous avons choisi à partir de deux dimensions qui sont : la complémentarité entre les indices de connectivité et les indicateurs de performance et leur pertinence opérationnelle et stratégique selon les objectifs des parties prenantes.

Le premier point à souligner du tableau 25, est l’exemple des composantes de trois indices de connectivité à savoir, le PLSC, le LSCI et le PLI, qui met en évidence que plusieurs de ces composantes, illustrent leur capacité à fournir une analyse multidimensionnelle, à la fois stratégique et opérationnelle, en tant qu’indicateurs de performance.

Tableau 25
Intersections entre les indices de connectivité et les indicateurs de performance

Les indices de connectivité	Les composantes
LSCI	<ul style="list-style-type: none"> - Le nombre d'escales de navires prévus par semaine dans le pays. - La capacité de charge annuelle déployée en EVP. - Le nombre de services offerts du TMR au départ ou à l'arrivée au pays. - Le nombre de compagnies de TMR qui fournissent des services au départ ou à l'arrivée au pays. - La taille moyenne en EVP du plus grand navire PC déployé sur les services de TMR au départ ou à l'arrivée au pays. - Le nombre d'autres pays qui sont reliés au pays par des services directs de TMR.
PLSCI	<ul style="list-style-type: none"> - Le nombre de navires prévus par semaine dans le port. - La capacité de charge annuelle déployée, en EVP. - Le nombre offert de services de TMR au départ ou à l'arrivée au port ; - Le nombre de compagnies de TMR du départ/arrivée au port. - La taille moyenne en EVP du plus grand navire PC offrant des services de TMR, du départ ou à l'arrivée au port. - Le nombre de ports connectés au port, par le biais de services de TMR, offrant une liaison directe.
LPI	<ul style="list-style-type: none"> - L'efficacité du dédouanement et de la gestion des frontières, notée de très faible (1) à très élevée (5). - La qualité des infrastructures de commerce et de transport. - La facilité d'organiser des expéditions à des prix compétitifs. - La compétence et la qualité des prestations logistiques. - La possibilité de suivre et de tracer les envois. - Les délais de livraison.

Cette intersection entre les indices de connectivité et les indicateurs de performance montre une vision claire et complète de la position des ports et des pays dans les réseaux maritimes.

Le deuxième aspect, c'est la temporalité des concepts, c'est-à-dire que les indices de connectivité se sont des analyses obtenues à long terme qui permettent d'identifier les besoins et par la suite prendre des décisions d'investissement, alors que les indicateurs de

performances ce sont des analyses à court terme qui permet un suivi et une évaluation des processus opérationnels et ajuster la gestion des opérations au sein du port.

Le troisième aspect, c'est la concurrence interportuaire. Un port qui est performant par sa qualité de service, le respect des ETA/ETD, la maîtrise des opérations de chargement et de déchargement et la disponibilité des ressources matérielles et humaines bien formées renforce également cette performance. Ce niveau de performance contribue directement à améliorer la connectivité portuaire, ce qui permet au pays d'attirer et de consolider plus des relations commerciales avec les autres partenaires.

L'analyse des obstacles montre que les indices de connectivité, bien qu'essentiels pour évaluer l'intégration d'un pays ou d'un port dans les réseaux du transport maritime, restent limités en termes d'exploitation opérationnelle, ce qui explique la prévalence des indicateurs de performance dans la gestion portuaire. Toutefois, comme le montre le tableau 25, il existe plusieurs points d'intersection entre ces deux outils, révélant ainsi une complémentarité et non une opposition stricte.

En effet, certaines composantes des indices de connectivité (LSCI, LPI, PLSCI) sont directement liées aux performances portuaires. Par exemple, dans le cas du LSCI, des éléments comme le nombre d'escales des navires, la capacité de charge annuelle et le nombre de services TMR disponibles sont également des indicateurs utilisés dans l'évaluation de la performance des ports. Un port bien classé en termes de connectivité maritime bénéficie généralement d'un volume de trafic plus élevé, ce qui améliore sa concurrence interportuaire. Toutefois, ces données ne prennent pas en compte l'efficacité des infrastructures, la gestion des flux logistiques ou encore la rapidité du traitement des marchandises, ce qui explique pourquoi les indicateurs de performance sont indispensables pour une gestion portuaire efficace.

De même, le PLSCI met l'accent sur la fréquence des services maritimes et la connectivité d'un port dans un réseau logistique, mais ils ne suffisent pas à évaluer l'efficacité interne de ce port en matière de manutention, de dédouanement ou d'organisation des

marchandises par destinations. Ainsi, bien que le PLSCI soit un indicateur de la place d'un port dans le commerce international, il doit être complété par des composantes opérationnelles pour être réellement exploitable.

L'indice LPI exprime encore mieux cette complémentarité. Contrairement au LSCI et au PLSCI, qui se concentrent sur la connectivité maritime, le LPI intègre des aspects qualitatifs et opérationnels, tels que l'efficacité du dédouanement, la qualité des infrastructures logistiques, la possibilité de tracer les envois et les délais de livraison. Ces éléments sont essentiels pour déterminer la compétitivité d'un port, car ils permettent d'évaluer non seulement son niveau de connectivité, mais aussi sa capacité à gérer efficacement les flux de marchandises. Par exemple, un port peut être très bien classé en termes de connectivité (LSCI élevé), mais avoir une mauvaise organisation logistique (LPI faible), ce qui réduit son attractivité pour les compagnies qui cherchent à optimiser leur chaîne d'approvisionnement.

Ainsi, ces intersections entre les indices de connectivité et les indicateurs de performance montrent que ces outils ne s'opposent pas, mais se complètent. Alors que les indices de connectivité fournissent une vision stratégique et globale, les indicateurs de performance permettent un suivi précis et opérationnel au sein du port. Cette distinction est particulièrement importante pour les acteurs du secteur maritime, dont les priorités varient en fonction de leur rôle dans la chaîne logistique.

En somme, les trois facteurs analysés mettent en lumière la complémentarité entre les indices de connectivité et les indicateurs de performance (Tovar et al., 2022). C'est précisément cette complémentarité qui explique la prévalence de ces deux outils dans la pratique. Ces derniers ne peuvent se substituer ou se remplacer l'un l'autre, car ils répondent à des logiques d'analyse distinctes, mais interdépendantes (Banque Mondiale, 2023). Ainsi, leur combinaison constitue une approche intégrée incontournable pour comprendre, piloter et optimiser la performance des ports (Banque Mondiale, 2023).

Dans la section suivante, nous approfondirons cette réflexion en analysant les missions des parties prenantes, dont les autorités portuaires, qui privilégient une approche opérationnelle axée sur l'optimisation des flux logistiques, et les organisations internationales, qui adoptent une approche plus stratégique, centrée sur l'intégration des ports dans les réseaux maritimes à l'international. Ces parties prenantes, selon leurs besoins spécifiques, façonnent l'utilisation des indicateurs de performance et des indices de connectivité maritime, expliquant ainsi pourquoi l'un peut être favorisé par rapport à l'autre.

4.3 L'UTILISATION DES INDICES MARITIMES PAR LES PARTIES PRENANTES ET LEURS ROLES RESPECTIFS

Dans cette section, nous avons choisi d'identifier la mission des deux principales parties prenantes, à savoir les autorités portuaires et les organisations internationales, que nous considérons comme l'un des principaux acteurs clés pour mieux expliquer notre réflexion. Ces parties prenantes jouent un rôle central dans la régulation, l'analyse et l'amélioration des indices de connectivité maritime en raison de leur capacité à influencer directement les politiques et les stratégies de développement du secteur.

À l'inverse, d'autres acteurs, comme les compagnies maritimes et les opérateurs portuaires, bien qu'impliqués dans le secteur maritime, n'exercent pas une influence directe sur la gestion et l'utilisation des indices de connectivité maritime. En effet, leur exploitation des données est principalement axée sur l'optimisation des performances opérationnelles, sans forcément s'appuyer sur ces indices de connectivité maritime pour la prise de décisions. En nous concentrant sur ces deux acteurs principaux, nous visons à fournir une analyse sur les facteurs qui influencent l'utilisation de ces indices de connectivité maritime.

Le premier acteur principal est les organisations internationales, qui sont des entités créées par des traités, qui sont compris plusieurs états souverains qui accèdent aux règles et objectifs établis par l'organisation. Elles peuvent être intergouvernementales, fonctionnant grâce aux contributions et à la participation de leurs états membres, comme la CNUCED, la

Banque mondiale, l'OCDE, etc. Elles peuvent également être non gouvernementales en étant souvent financées par des dons privés, à l'image de Médecins sans frontière, de la Croix-Rouge, de Human Right Watch, etc. En général, ces organisations se concentrent sur des domaines spécifiques, jouant un rôle clé dans la régulation, le développement et l'évaluation des politiques internationales (Avocat droit international, 2025)

Dans le cadre de notre étude, nous nous intéressons particulièrement aux organisations intergouvernementales, telles que la CNUCED, la Banque mondiale et l'OCDE, qui travaillent en étroite collaboration avec les gouvernements. Leur mission principale est d'élaborer des politiques publiques qui visent à maximiser le potentiel des pays en matière de commerce et d'investissement, tout en veillant à une intégration équitable de l'économie à l'échelle internationale. À travers leurs actions, ces institutions soutiennent des projets de développement et encouragent une participation accrue des différents acteurs économiques pour réduire la pauvreté et favoriser la croissance (CNUCED, 2002).

Le deuxième acteur principal est les autorités portuaires, qui sont des entités responsables de la construction, de la gestion et du développement des infrastructures portuaires. Elles travaillent en étroite collaboration avec des sociétés privées ou semi-publiques, connues sous le nom d'opérateurs portuaires, qui assurent la gestion des terminaux ainsi que la coordination des échanges commerciaux et des décisions d'investissement au sein de l'enceinte portuaire. (Deiss, 2022).

En conséquence, l'autorité portuaire joue un rôle essentiel en définissant les orientations et les décisions relatives aux ports. Elle est chargée de garantir une gestion efficace des infrastructures et d'assurer le bon fonctionnement des services portuaires (Transport Canada, 2020).

Les opérateurs portuaires sont des gestionnaires opérationnels des terminaux. Ils assurent la fluidité et la coordination des opérations de chargement et de déchargement des marchandises, depuis l'arrivée du navire jusqu'à la livraison au client final. Leur rôle est

donc essentiel pour garantir des délais de stockage optimisés et une gestion logistique performante.

En effet, à travers l'analyse des missions respectives des autorités portuaires et des organisations internationales, on voit clairement leur contribution essentielle au développement et à la compétitivité des ports. Ces acteurs interviennent avec deux approches complémentaires : des approches stratégiques, telles que l'élaboration de politiques publiques, l'investissement dans les infrastructures portuaires, des régulations du commerce maritime et des mises en place de cadre normatif, et des approches opérationnelles, comme la gestion efficace des terminaux et des flux des opérations portuaires et la gestion d'entreposage et la satisfaction client.

Cependant, leur mission est principalement orientée vers l'optimisation des performances internes de l'enceinte portuaire, ce qui explique leur concentration sur les indicateurs de performance plutôt que sur les indices de connectivité. Ces derniers, bien que fondamentaux pour l'évaluation globale du secteur, sont davantage exploités par les organisations internationales et les décideurs politiques pour orienter le développement du commerce maritime à l'échelle internationale.

4.3.1 L'analyse de l'utilisation des indices de connectivité dans les rapports annuels des autorités portuaires

Nous avons illustré dans la section précédente la distinction entre les missions des autorités portuaires et des organisations internationales dans l'utilisation des indices de connectivité maritime et des indicateurs de performance. Cette distinction est essentielle pour comprendre que le choix des outils d'évaluation repose sur les objectifs spécifiques des parties prenantes. C'est dans cette optique que nous avons choisi d'analyser les rapports annuels des ports, car ils offrent un exemple concret permettant d'observer directement les outils réellement utilisés par les parties prenantes pour orienter leurs stratégies et leurs prises de décision.

Nous avons sélectionné les rapports annuels de 2023 et de quatre grands ports : Montréal, Halifax, Toronto et Singapour. L'objectif de cet exercice est d'identifier les outils utilisés par les autorités portuaires pour orienter leurs décisions : s'appuient-elles sur des indicateurs de performances ou intègrent-elles également les indices de connectivité dans les analyses stratégiques ? Comme introduit dans le premier chapitre, cette analyse permet d'approfondir la compréhension des missions des parties prenantes dans le choix des implications stratégique.

D'après l'analyse des rapports annuels de quatre ports, nous avons constaté que l'accent est mis principalement sur les indicateurs de performance utilisés pour évaluer leur activité. Comme le montre le tableau 26, ces rapports privilégient des composantes telles que le volume total des marchandises traitées, le nombre de navires et de croisières, la valeur économique générée, ainsi que des aspects logistiques spécifiques comme le nombre d'EVP manutentionnés ou la connectivité avec d'autres ports. Ces indicateurs permettent de mesurer l'efficacité des infrastructures portuaires et de leur rôle dans le commerce maritime.

Toutefois, l'analyse comparative que nous avons faite dans le tableau 22 nous a permis de comprendre la différence entre les différents critères et rôles de chacun de ces indices, reflétant des stratégies distinctes. Cette diversité dénote que la performance portuaire ne s'appuie pas sur un seul outil, mais sur un ensemble de ces deux outils selon les priorités des parties prenantes.

Le tableau 26 présente ainsi les principales données relevées dans ces rapports, en reposant sur les différences et similarités dans l'évaluation de la performance des ports étudiés.

Tableau 26

Données observées et relevées à partir des résultats présentés dans les rapports annuels de quatre ports

Montréal	Halifax	Toronto	Singapour
<ul style="list-style-type: none"> - Volume total des marchandises traitées. - Nombre de croisières et de passagers. - Taux de variation du volume de fret. - Nombre d'EVP. - Valeur économique générée. - Nombre d'emplois créés. <p>(Port de Montréal, 2024)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'EVP traités. - Volume total des marchandises traitées. - Nombre de routes et pays desservis. - Nombre de porte-conteneurs actifs. - Engagement environnemental. <p>(Port Halifax, 2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Volume total des marchandises traitées. - Nombre de navires traités. - Nombre de croisières et de passagers. - Valeur économique générée. <p>(Ports Toronto, 2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Volume total des marchandises traitées. - Tonnage des navires immatriculés. - Volume de conteneurs manutentionnés. - Valeur économique générée. - Taux de croissance du volume de fret. - Nombre d'entreprises partenaires. <p>(MPA Singapore, 2023)</p>

L’analyse des rapports annuels des ports, Montréal, Halifax, Toronto et Singapour révèlent une approche centrée sur les indicateurs de performance portuaire, qui permettent de suivre l’évolution des activités et d’optimiser la gestion des flux logistiques. Comme cela est indiqué dans le tableau 26, ces rapports mettent l’accent sur des indicateurs mesurables et directement exploitables, tels que le volume total des marchandises traitées, le nombre de navires et de passagers, ainsi que la valeur économique générée. Ces éléments sont essentiels pour évaluer l’efficacité des opérations portuaires et leurs impacts économiques, mais ils ne prennent pas en compte des aspects plus généraux comme la connectivité maritime.

Néanmoins, malgré cette convergence autour des mêmes indicateurs, le tableau 26 met en évidence des spécificités propres à chaque port. Le port de Montréal et le Port de

Toronto affichent des indicateurs similaires, mettant en avant le volume total de marchandises traitées, le nombre de passagers et de croisières, ainsi que la valeur économique générée. Cela suggère une double orientation : d'un côté, le commerce maritime international, et de l'autre, le tourisme et les services aux passagers. En plus, le port de Montréal intègre des données sur le nombre d'emplois créés, ce qui dénote les conséquences économiques nationales du port et son rôle dans le développement régional.

En revanche, le port d'Halifax se distingue par une approche plus axée sur la connectivité en incluant le nombre de routes et de pays desservis ainsi que le nombre de porte-conteneurs actifs. Ce choix d'indicateurs reflète un intérêt pour l'intégration du port dans les chaînes logistiques internationales, contrairement aux autres ports qui semblent davantage concentrés sur le développement durable et les exigences environnementales.

Le port de Singapour, en tant que hub logistique, présente des indicateurs plus détaillés et complexes. En plus du volume total des marchandises traitées, il considère le tonnage des navires immatriculés, le volume des conteneurs manutentionnés et le nombre d'entreprises partenaires. Cette approche traduit une volonté de mesurer non seulement la performance interne du port, mais aussi son rôle stratégique dans le commerce international. Singapour est également l'un des rares ports à indiquer le taux de croissances du volume de fret, offrant ainsi une vision plus dynamique de son évolution dans le temps.

Cependant, en analysant ces rapports, nous remarquons l'absence des indices de connectivité maritime, en effet, aucun des rapports des quatre ports ne les mentionne. Des indices tels que le LSCI, le PLSCI, le LSBCI, le CPCI ou le RORO, qui sont pourtant essentiels pour évaluer le degré d'intégration des ports dans les réseaux du transport maritime international, ne sont pas pris en compte. Ce constat peut être attribué à plusieurs raisons.

Premièrement, les autorités portuaires ainsi que les opérateurs privilégient les indicateurs de performance, car ils permettent de prendre des décisions immédiates concernant la gestion des flux, la fluidité des opérations et l'optimisation de la chaîne

logistique. En revanche, les indices de connectivité relèvent d'une analyse globale, mais ne sont pas directement exploitables pour l'optimisation des opérations portuaires.

Deuxièmement, les indices de connectivité sont souvent calculés par des organisations internationales comme la CNUCED ou la Banque mondiale. Par conséquent, d'après notre analyse, il paraît que ces indices ne figurent généralement pas dans les rapports annuels, qui visent avant tout à évaluer les performances internes du port plutôt qu'à comparer son positionnement à l'échelle mondiale.

Enfin, les priorités des ports analysés sont principalement axées sur la productivité interne et l'impact économique national, tandis que les indices de connectivité s'intéressent davantage aux relations interportuaires et aux réseaux maritimes internationaux. Donc, un port peut afficher une performance élevée en matière de volume de fret traité et d'efficacité logistique, tout en ayant un indice de connectivité maritime relativement faible, ce qui signifie qu'il est moins intégré dans les réseaux de transport maritime.

De ce fait le tableau 26 illustre une approche basée principalement sur la performance opérationnelle des ports, au détriment d'une analyse plus large de leur positionnement dans les réseaux maritimes internationaux. Cette illustration est importante pour comprendre les priorités des autorités portuaires et les limites des rapports annuels, qui privilégient une perspective interne et économique plutôt qu'une vision globale sur la connectivité maritime.

Pour compléter cette analyse, nous avons intégré des figures extraites des rapports annuels des quatre ports sélectionnés, illustrant leurs performances respectives à travers les tendances observées, les priorités mises en avant par chaque port et les axes stratégiques qu'ils ont valorisés. Elles offrent également une perspective comparative, facilitant la mise en relation des indicateurs de performance avec les dynamiques économiques et logistiques propres à chaque port.

Ainsi, ces figures viennent appuyer notre analyse d'une manière visuelle, en illustrant les pratiques de communication des performances portuaires et en confirmant la prévalence des indicateurs de performance sur les indices de connectivité.



Figure 3 : Résultats de performance en 2023, port de Montréal. Rapport annuel 2023 (p. 3), par l'Administration du port de Montréal, 8 mai 2024.

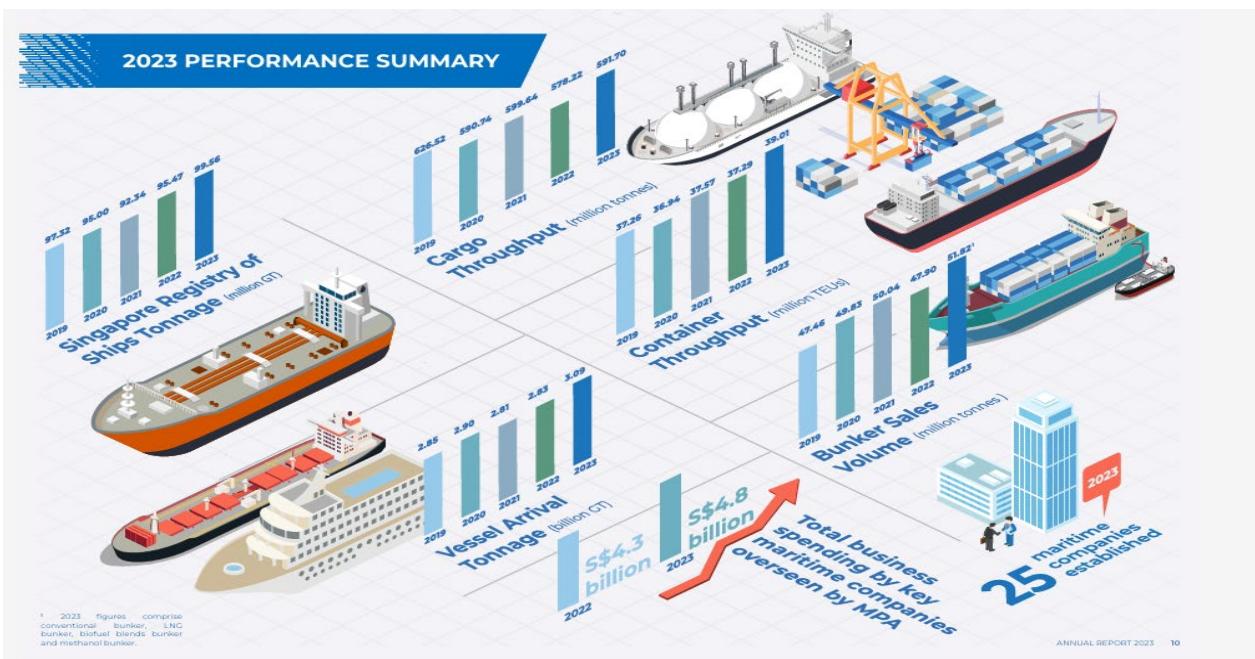


Figure 4: Résultats de performance en 2023 MPA Singapore. Annuel Report 2023 (p. 11), par MPA Singapore, 2023.



Figure 5: Résultats de performance en 2023, port de Halifax. Rapport annuel 2023 (p. 4), par Autorité portuaire d'Halifax, 2023.



Figure 6: Résultats de performance en 2023, port de Toronto. Rapport annuel 2023 (p. 20), par Ports Toronto, 9 mai 2024.

Notre analyse s'est basée sur l'intégration de ces figures, qui met en évidence la manière dont les ports communiquent leurs performances et présentent leurs résultats annuels à travers des indicateurs de performance portuaire. Ces rapports, souvent axés sur des données quantitatives telles que le volume de marchandises traitées, le nombre d'escales, le

tonnage des navires, permettent d'évaluer l'efficacité opérationnelle et la rentabilité des infrastructures portuaires. Pourtant, en analysant les rapports annuels, nous avons trouvé des données sur la connectivité, notamment en ce qui concerne les principaux partenaires commerciaux, les volumes d'échanges avec d'autres pays et le nombre de routes desservies. Par exemple, dans le rapport annuel du port de Montréal, nous avons relevé des informations sur les connexions dans plus de 140 pays et ainsi que les liens avec plusieurs grandes lignes maritimes telles que COSCO, CMA-CGM, Hapag-Lloyd, Maersk, MSC et OOCL. De son côté, le port d'Halifax mentionne 17 lignes de transport par conteneur et 18 services à jour fixe reliant différentes destinations. En outre, le port de Toronto ne fournit aucune mesure spécifique sur la connectivité maritime ou son positionnement par rapport aux autres ports internationaux. Par ailleurs, aucun indice ne figure dans le rapport annuel du port de Singapour.

Toutefois, le port de Singapour met en avant son classement dans le Xinhua-Baltic Index, un indice qui évalue non seulement la connectivité du port, mais aussi l'ensemble des services maritimes, financiers et logistiques qui renforcent sa compétitivité globale. Ce classement reflète la position stratégique du port en tant que hub maritime, ce qui explique peut-être pourquoi les gestionnaires du port n'ont pas besoin de justifier sa connectivité maritime à travers d'autres indices.

Cependant, bien que ces indices soient présents dans les rapports analysés, ils ne sont pas standardisés sous forme d'indice de connectivité maritime, ce qui empêche une comparaison directe de la connectivité entre les ports. Or, ces indices sont essentiels pour comprendre la position qu'occupe un port ou un pays dans le réseau international de transport maritime. En effet, un port peut enregistrer un volume important de fret et un nombre élevé d'opérations portuaires, mais si son accès aux principales routes maritimes est limité, sa liaison avec les autres services maritimes sera réduite, tout comme son accès aux marchés internationaux.

Cette observation reflète une distinction importante entre les approches opérationnelles et stratégiques des ports, ce qui souligne la différence entre les missions des autorités

portuaires et celles des organisations internationales. En effet, les autorités portuaires, qu'elles soient privées, publiques, ou semi-publiques, ont pour objectif principal d'améliorer la compétitivité des ports en optimisant l'efficacité et l'efficience des opérations portuaires. Par conséquent, elles s'appuient sur des indicateurs de performance qui fournissent des résultats immédiats et exploitables, ce qui facilite ainsi la gestion quotidienne et l'optimisation des ressources. En revanche, les indices de connectivité maritimes, comme LSCI, PLSCI, LSBCI, CPCI, ou RORO, semblent davantage s'inscrire dans une perspective plus large. Ces indices sont utilisés pour évaluer la capacité d'un pays ou d'un port à intégrer dans les réseaux commerciaux internationaux. Ainsi qu'ils montrent le positionnement d'un pays ou d'un port selon l'indice choisi dans une perspective globale, mais leur mention dans les rapports annuels reste limitée parce que le résultat de ces indices de connectivité nous ne fournissent pas directement les données nécessaires pour une gestion immédiate du port.

4.3.2 L'analyse de l'utilisation des indices de connectivité dans les rapports des organisations internationales

La façon dont ces organisations internationales intègrent les indices de connectivité dans leurs rapports annuels sur le transport maritime.

La distinction entre les indicateurs de performance et les indices de connectivité se trouvent dans plusieurs études, notamment dans deux rapports récents publiés par la CNUCED : *Faits et chiffres sur l'Afrique* et la deuxième *Vers une transition juste et équitable*. Ces documents illustrent comment, selon le contexte, la CNUCED articule les deux concepts.

Le premier cas intitulé *Faits et chiffres sur l'Afrique* (CNUCED, 2023d) vise à fournir un inventaire actualisé des dynamiques maritimes des pays africains. Il s'articule autour de quatre grands axes : le commerce maritime, la flotte maritime, la performance du transport maritime et la facilitation des échanges commerciaux. À travers ces axes, l'étude dénote les

transformations en cours, les défis logistiques ainsi que les perspectives offertes par les projets.

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi de nous concentrer sur l'axe relatif à la performance du transport maritime, en particulier à travers l'analyse des outils mobilisés par la CNUCED pour évaluer cette performance. L'extrait suivant met en lumière plusieurs indicateurs appliqués aux ports africains, tels que LSCI et CPPI. Pour faciliter la lecture, nous avons utilisé l'italique pour souligner leur apparition.

Performance du transport maritime

- *L'indice de connectivité des transports maritimes réguliers (LSCI)*, qui mesure la connectivité des économies, a montré que le LSCI moyen pour l'Afrique a augmenté en 2022, mais qu'il est resté inférieur aux valeurs d'avant la pandémie.
- Les opérateurs mondiaux de ports et de terminaux, y compris MSC et Hapag-Lloyd, continuent d'investir en Afrique.
- L'Afrique est la seule région du monde à afficher une augmentation *des escales de transporteurs* de vrac sec (+ 2,5% en 2022). La région a également enregistré une augmentation de plus *de 5% des escales de vraquiers liquides*.
- *L'indice de performance des ports à conteneurs (CPPI)* de la Banque mondiale mesure la capacité d'un port à traiter des conteneurs pour l'exportation, l'importation et le transbordement. Dans le Top 25 des ports selon l'IPPC 2022, le port de Tanger-Med au Maroc est classé cinquième, gagnant une place par rapport à 2021. Le port Tanger-Med a renforcé sa position *en tant que hub méditerranéen majeur, en traitant 7,5 millions de conteneurs en 2022* - en hausse de 6% par rapport à 2021. On estime que 35% du commerce africain avec le reste du monde passe par Tanger Med, *qui est relié à une quarantaine de ports africains*.
- Port-Saïd, en Égypte, est classé au 11e rang et Djibouti au 25e.
- Dar Es-Salaam est le port qui a le plus réduit les temps d'arrivée moyens en 2022. Le gouvernement tanzanien a investi massivement dans les installations portuaires de Dar es-Salaam - *en améliorant les procédures de dédouanement* - dans le but de faire du port le point d'entrée du corridor central et la route vers l'Afrique australe. Le port a *connu une augmentation de son LSCI de 50%* depuis 2006.
- *Lorsque l'on mesure les performances en matière de manutention des cargaisons et des navires* pour les 30 premiers pays, *en termes d'arrivées de navires, les temps de chargement les plus rapides* sont enregistrés pour l'Angola, avec 98 tonnes par minute.
- *Grâce aux réformes politiques* de la communauté de l'Afrique de l'Est, *le temps de transport des marchandises* de Mombasa à Kampala a été ramené de 18 à trois jours ; *le coût du transport* de Mombasa à Nairobi a été réduit de 56%.
- *Les taux contractuels* couvrant l'Afrique vers l'Asie ont augmenté de 248% en 2022, par rapport à 2021, *tandis que les taux de l'Asie vers l'Afrique* ont augmenté de 160 %. Ces augmentations ont été principalement influencées par les déséquilibres entre l'offre et la demande. (CNUCED, 2023d)

Dans cet exemple, on observe clairement la combinaison de l'usage d'indicateurs de performance et d'indices de connectivité pour évaluer la performance du transport maritime. Cette observation répond à la section 4.3, où nous avons défini que la CNUCED, en tant qu'organisation internationale, adopte une approche stratégique à long terme. Elle n'hésite pas à recourir à des indicateurs de performance pour dégager ses résultats.

L'analyse de cet extrait renforce ainsi notre hypothèse selon laquelle les indicateurs de performance et les indices de connectivité ne sont pas concurrents, mais plutôt complémentaires. En effet, les indicateurs de performance, axés sur des données quantitatives telles que le volume de marchandises traitées, le temps d'escale des navires ou le nombre d'EVP, sont généralement privilégiés par les autorités portuaires. Ces derniers ont pour objectif d'optimiser l'exploitation quotidienne des terminaux portuaires et d'améliorer leur productivité.

Cependant, les indices de connectivité tels que LSCI et CPPI sont principalement utilisés par les organisations internationales et les décideurs politiques. Ces derniers s'intéressent à la capacité d'intégration des ports dans les réseaux du transport maritime, à la résilience des chaînes d'approvisionnement et à la connectivité structurelle des systèmes logistiques à l'échelle internationale.

On observe la même tendance de complémentarité des indices dans la deuxième publication analysée, intitulée *Vers une transition juste et équitable*, publiés par la CNUCED en 27 octobre 2023. Ce rapport présente les principales évolutions observées durant l'année 2023 à travers une série d'outils d'évaluation quantitative, dans l'optique d'analyser les outils utilisés par la CNUCED dans ses évaluations.

Dans cette publication, nous avons analysé la manière d'évaluer ces cinq concepts :

- La croissance maritime, mesurée par tonnes (voir Figure 7) ;
- La distance parcourue par les navires (voir Figure 8) ;
- Le nombre d'escales réalisées (voir Figure 9) ;

- La connectivité maritime (voir Figure 10) ;
- Le volume global de marchandises traitées (voir Figure 11) ;

La figure 7 illustre l'évolution de la croissance maritime entre 2000 et 2024, selon deux dimensions : les tonnes et les tonnes mille. Ces deux indicateurs permettent de mesurer respectivement le volume total de marchandises transportées et le volume pondéré par la distance parcourue.



Figure 7 : Croissance du commerce maritime, en tonnes et en tonnes mille, 2000–2024 (Variation annuelle en pourcentage). Étude sur les transports maritimes 2023 (p. 7), par CNUCED, 27 sept. 2023.

Cette figure 8, ci-dessus, compare le nombre d'escales effectuées, entre 2018 et 2022, par trois types de navires, à savoir, Transporteurs de vrac liquide, Porte-conteneurs, Transporteurs de vrac solide.

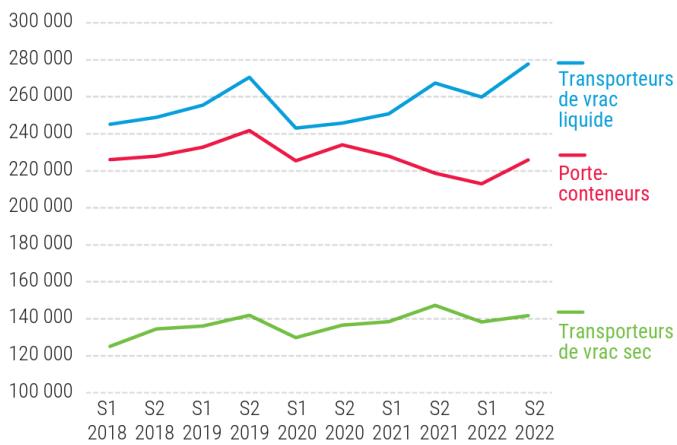


Figure 8 : Nombre d'escales par semestre à l'échelle mondiale, 2018–2022. Étude sur les transports maritimes 2023 (p. 9), par CNUCED, 27 sept. 2023.

La figure 9 présente l'évolution des volumes de différentes catégories de marchandises transportées (céréales, pétrole, conteneurs, etc.) entre 1999 et 2024. Toutefois, l'indicateur de la distance parcourue par les navires a connu une hausse à cause des perturbations géopolitiques. La CNUCED mobilise donc cet indicateur pour illustrer les effets de crise, sans toutefois en faire un outil de mesure de la connectivité.

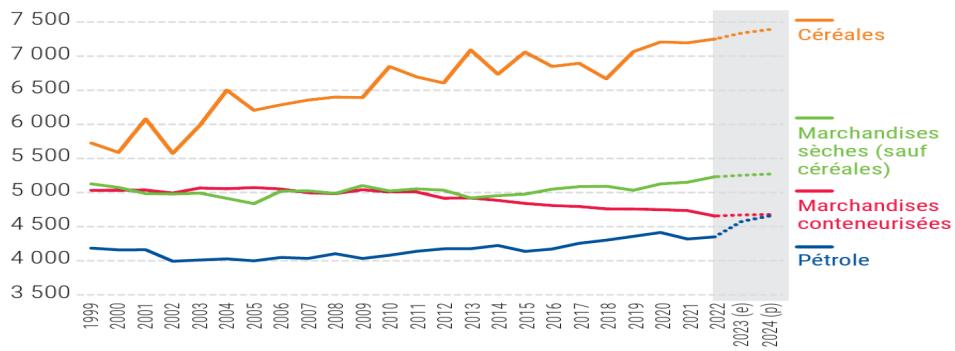


Figure 9 : Distance moyenne parcourue par les céréales, les autres marchandises sèches en vrac, les marchandises conteneurisées et le pétrole, 1999–2024 (Milles marins). Étude sur les transports maritimes 2023 (p. 10), par CNUCED, 27 sept. 2023.

Dans cette figure 10, par contraste avec les représentations précédents accès sur l'exploitation des indicateurs de performance, on remarque que dans ce même rapport, la CNUCED utilise de l'indice LSCI pour mesurer la connectivité du transport maritime.

D'après l'**indice de connectivité des transports maritimes réguliers**, au deuxième trimestre de 2023, les cinq économies les plus connectées étaient, dans l'ordre, la Chine, la République de Corée, Singapour, la Malaisie et les États-Unis. En Europe, sur cette même période, l'indice de l'Espagne, du Royaume des Pays-Bas et de la Belgique a grimpé ; à l'inverse, celui du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord a légèrement reculé.

Dans la plupart des régions, les perturbations liées à la pandémie se sont atténuées et la connectivité du transport maritime s'est améliorée. Au deuxième trimestre de 2023, l'**indice de connectivité des transports maritimes réguliers** a atteint des moyennes régionales record en Asie, en Amérique latine et dans les Caraïbes, ainsi qu'en Océanie. En Afrique, l'indice moyen a également gagné des points, sans pour autant dépasser sa valeur d'avant la pandémie. L'Amérique du Nord et l'Europe ont toutes deux vu leur indice moyen chuter en 2022, pour ne se redresser qu'au deuxième trimestre de 2023.

Figure 10 : La connectivité du transport maritime de conteneurs reste inférieure aux niveaux pré-COVID-19 dans les petits États insulaires en développement. Étude sur les transports maritimes 2023 (p. 11), par CNUCED, 27 sept. 2023.

Le rapport qui vient renforcer notre réflexion de complémentarité, intitulée *Performances portuaires : relier les indicateurs de performance aux objectifs stratégiques*, publiée par la CNUCED dans la série Gestion portuaire Volume 11. Il illustre de manière concrète l'utilisation de ces deux concepts, les indicateurs de performance et les indices de connectivité à travers deux cas pratiques. Le premier, consacrer à l'Autorité portuaire de Valence (Espagne), qui utilise un tableau de bord structuré autour de six dimensions : la gouvernance, les ressources humaines, les finances, la durabilité, la résilience, et les opérations. Cette dernière dimension s'est analysée sur la base des indicateurs de performance (voir figures 11, 12 et 13) le démontre.



Figure 11: Diagramme du tableau de bord de la performance portuaire adapté. La gestion portuaire, 2023, Volume 11 : indicateurs de performance portuaire (p. 51), par CNUCED, 16 oct. 2023.

INDICATEUR	FORMULE DE CALCUL	VALEUR 2021	SOURCE
INDICATEURS DE PERFORMANCE OPÉRATIONNELLE			
Volume total de marchandises*	Σ EVP Σ Tonnes de vrac solide Σ Tonnes vrac liquide Σ Unités RoRo	5 428 307 EVP 1 859 496 VR SL 2 673 188 VR LQ 402 228 UTI	Bulletin statistique
Nombre total de passagers de ferries	Σ Passagers de ferries	26 286	Bulletin statistique
Nombre total de passagers de bateaux de croisière	Σ Passagers de bateaux de croisière	130 869	Bulletin statistique
INDICATEURS D'INTENSITÉ D'UTILISATION			
Tonnes par hectare	$\frac{\text{Tonnes}}{\text{Superficie totale du port (Ha)}}$	$84\ 850\ 755 / 652,6135 = 130\ 016,85$	Rapport de développement durable 2021

Figure 12 : Indicateurs des opérations liées aux marchandises (Autorité portuaire de Valence). La gestion portuaire 2023 Volume 11 : indicateurs de performance portuaire (p. 56), par CNUCED, 16 oct. 2023.

On voit clairement, dans les figures 11, 12 que l'Autorité portuaire de Valence a choisi d'utiliser les indicateurs de performance pour ajuster ces procédures stratégiques, opérationnelles, structurelles, etc., afin d'améliorer la compétitivité du port. En revanche, le deuxième cas présenté dans le même rapport illustre cette fois-ci l'utilisation des indices de connectivité maritime, développés par diverses organisations internationales (CNUCED, 2023b). Tous les indices mentionnés dans le cas pratique sont bien décrits en détail dans la section 3.1.

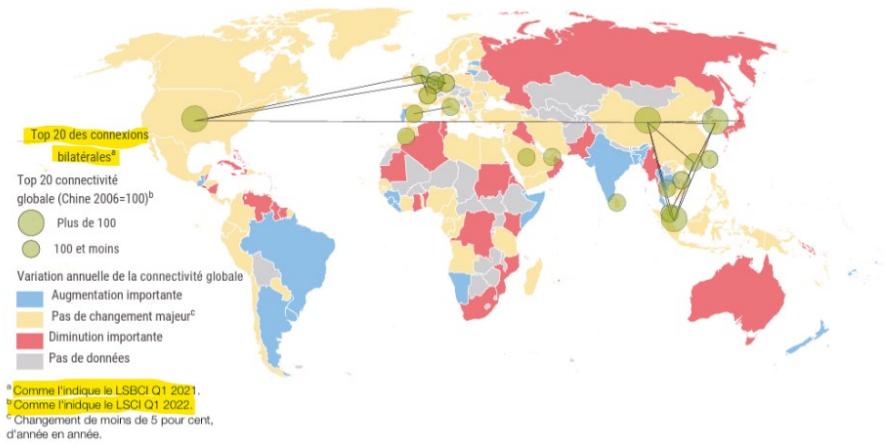


Figure 13 : Indice de connectivité des transports maritimes réguliers, 2021-2022. La gestion portuaire, 2023, Volume 11 : indicateurs de performance portuaire (p. 62), par CNUCED, 16 oct. 2023.

Cette différence dans l'utilisation des outils reflète les priorités distinctes des parties prenantes. Les autorités portuaires privilégient les indicateurs de performance pour leur pertinence opérationnelle instantanée, alors que les organisations internationales optent pour les indices de connectivité afin d'élaborer des stratégies de développement visant à renforcer la compétitivité des ports et du pays à l'international (CNUCED, 2023b). Cependant, l'absence des indices de connectivité dans les rapports annuels de quatre ports étudiés ne signifie pas qu'ils sont inutiles ou secondaires, mais plutôt qu'ils servent des objectifs différents.

En revanche, les ports pourraient bénéficier de leur intégration pour avoir une vision globale du positionnement stratégique et pour mieux évaluer leur rôle dans la chaîne logistique maritime à l'international ainsi que pour renforcer leur attractivité. Un port ou un pays ne peut être analysé uniquement à travers son efficacité interne, mais aussi externe. Dans ce cas, l'adoption conjointe de ces deux outils, reflète une vision complète et plus précise de la compétitivité maritime en combinant les indices maritimes et les indicateurs de performance.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans ce mémoire, nous avons analysé les concepts des indicateurs de performance et des indices maritimes, puis différencié le concept de la performance de celui des indicateurs de performance. Ensuite, nous avons précisé que le choix d'utiliser les indicateurs ou les indices dépend des missions et des objectifs des parties prenantes. Notre analyse s'est focalisée sur les indices de la connectivité maritime, car ils permettent d'évaluer l'intégration d'un port ou d'un pays dans les réseaux de transport maritime à l'international.

Pour cette recherche, nous avons adopté une méthodologie qualitative descriptive et exploratoire, ce qui favorise une compréhension approfondie des concepts et de leur contextualisation. Notre approche nous a permis d'examiner les interactions entre les différentes catégories d'indices maritimes et de comprendre la manière dont ils sont perçus et utilisés par les parties prenantes.

Nous avons recensé les différents indices maritimes répertoriés dans la littérature. Parmi ces 20 indices maritimes, six indices de connectivité ont été sélectionnés sur la base de quatre critères principaux : la pertinence et l'accessibilité des données, la récurrence de leur utilisation dans la recherche scientifique, leur cohérence méthodologique avec notre objectif, ainsi que leur capacité à évaluer l'intégration des ports dans le secteur maritime. Dans une démarche plus appliquée, nous avons illustré l'influence de ces indices à travers l'exemple du port de Zeebrugge en Belgique, un hub stratégique spécialisé dans le transport roulier et les échanges commerciaux internationaux. L'analyse des résultats obtenus a montré que les résultats varient selon l'indice utilisé, ce qui met en valeur l'importance d'une approche pluridimensionnelle pour évaluer la connectivité maritime. Cette variation démontre la nécessité pour les parties prenantes d'adopter une analyse plus large, afin d'obtenir une compréhension complète de la position opérationnelle et stratégique d'un port.

Dans la discussion, nous avons identifié les obstacles qui freinent l'utilisation des indices de connectivité dans la gestion portuaire. Nous avons procédé à cette identification par la création de deux catégories selon la nature des obstacles qui freinent leur pertinence et

leur adoption. La première catégorie comprend les indices LSCI, LSBCI et PLSCI, qui sont principalement affectés par des obstacles liés à la connectivité maritime entre les ports et les pays sont plus globaux que la deuxième catégorie qui regroupe les indices CPCI, FPCI et RORO, qui se concentrent davantage sur des aspects spécifiques aux services maritimes spécialisés. Ces indices font face à des contraintes principalement liées à l'évaluation de la qualité des services maritimes, à l'absence de prise en compte des aspects économiques et aux diversités entre les différents modes de transport. En outre, la cohérence et la disponibilité des données restent des enjeux majeurs pour ces indices, ainsi que leur capacité à refléter la réalité du transport maritime. De plus, des incohérences dans les critères de mesure ainsi que l'absence d'uniformisation des méthodologies viennent renforcer ces facteurs de prévalence des indicateurs de performance sur les indices de connectivité.

Notre analyse a permis d'identifier trois facteurs influençant la distinction entre les indices de connectivité maritime et les indicateurs de performance logistique. Tout d'abord, il existe une complémentarité entre ces deux concepts, car les indices de connectivité reposent souvent sur des indicateurs de performances, ce qui établit un lien direct entre eux. Nous avons illustré cette relation à travers trois indices clés, à savoir LSCI, LPI et PLSCI, qui montrent les composantes de chacun de ces indices, en intégrant des indicateurs de performance.

Ensuite, une distinction essentielle se comporte sur la temporalité des concepts, en opposant le long terme au court terme. Les indices de connectivité s'inscrivent dans une perspective à long terme, puisqu'ils s'appuient sur des composantes externes impliquant d'autres pays ou ports. En revanche, les indicateurs de performance sont utilisés pour réagir rapidement aux besoins opérationnels, car ils fournissent des données directement intégrées dans le système du port. Bien que les indices de connectivité offrent une vision stratégique, les contraintes opérationnelles des ports rendent indispensable l'utilisation des indicateurs de performance logistique, car ils sont plus rapides et directement applicables à l'optimisation des opérations.

Enfin, la concurrence interportuaire influence également le choix, car les ports visent avant tout la performance logistique pour maintenir leur position concurrentielle. Ainsi, les opérateurs portuaires privilégient des indicateurs de performance logistiques, car ces derniers fournissent des résultats concrets sur l'efficacité des opérations et sur le rendement, éléments essentiels pour maintenir un avantage concurrentiel.

Tous ces éléments relevaient davantage de facteurs de prévalences qui favorisent parfois l'utilisation d'un outil plutôt qu'un autre. Cependant, nous avons ensuite identifié un autre élément qui a été la mission des parties prenantes, à savoir les organisations internationales et les autorités portuaires, qui expliquent l'utilisation de chacun de ces concepts en fonction de leurs objectifs. L'identification de ces éléments ne remet pas en question l'utilité ou la pertinence des indices, mais souligne la nécessité de contextualiser leur utilisation. Leur adoption effective dépend de leur capacité à s'adapter aux réalités et aux objectifs des acteurs portuaires.

Nos analyses des différentes composantes des indices de connectivité maritime montrent que certains facteurs s'avèrent plus pertinents pour la phase stratégique, tandis que d'autres répondent mieux aux exigences opérationnelles. D'un côté, les indicateurs de performance, comme leur nom l'indique, sont utilisés pour améliorer la performance du port et optimiser la gestion des opérations portuaires, ce qui correspond aux besoins immédiats des gestionnaires. Toutefois, nous avons constaté que les deux concepts sont complémentaires et nous suggérons leur utilisation complémentaire.

Cependant, malgré le rôle clé des deux concepts dans l'analyse des réseaux maritimes, les indices de connectivité sont absents des rapports annuels des ports étudiés, notamment ceux de Montréal, Halifax, Toronto et Singapour. Bien que ces ports mettent en avant des indicateurs axés sur la rentabilité et l'efficacité opérationnelle, l'absence des indices de connectivité maritimes dans les rapports officiels soulève une question fondamentale : est-ce que les décideurs portuaires prennent en compte ces indices de manière implicite dans leur stratégie, ou les ignorent-ils totalement dans leurs analyses ?

Si ces indices sont utilisés de manière implicite dans la gestion stratégique des ports sans être mentionnés, cela pourrait suggérer une approche informelle où ces outils jouent un rôle indirect dans l'élaboration des politiques portuaires. À l'inverse, si ces indices sont peu ou pas utilisés, cela amène à contester leur pertinence dans la gestion portuaire et met en évidence un écart entre la théorie et la pratique. Bien que ces indices soient développés par des chercheurs pour favoriser le développement et l'amélioration du secteur maritime, leur absence d'application pratique soulève des interrogations sur leurs utilités réelles.

Cette réflexion ouvre ainsi la voie à une analyse plus approfondie sur la place des indices de connectivité maritime dans la gestion stratégique des ports et soulève un questionnement plus large sur leur évolution future dans un secteur en constante mutation, où les dynamiques commerciales et politiques ne cessent de se complexifier.

Cependant, cette recherche présente certaines limites méthodologiques qu'il convient de souligner. Tout d'abord, la plupart des indices de connectivité maritimes ont été développés par la CNUCED, ce qui limite la diversité des contextes étudiés. De plus, l'étude repose sur une méthodologie qualitative de type descriptif exploratoire, alors qu'une approche qualitative qui se base sur des enquêtes de terrains ou entretiens auprès des gestionnaires portuaires aurait permis d'enrichir la compréhension des usages réels de ces indices dans des cas plus spécifiques.

Enfin, la comparaison entre les différents indices reste contrainte par leur accessibilité et leur fréquence de mise à jour, qui varient selon les organisations qui sont souvent irrégulières. À la lumière de ces limites, il serait pertinent que de futurs travaux de recherche s'y consacrent spécifiquement. D'une part, l'application de ces indices dans des contextes géographiques plus précis constitue un élément spécifique est essentiel, car chaque territoire, selon ces caractéristiques, peut influencer la manière dont les indices de connectivité sont utilisés et interprétés. D'autre part, leur utilisation dans d'autres modes de transport, tels que le transport fluvial ou lacustre, représenterait une piste de recherche pertinente. Bien que ces derniers jouent un rôle clé dans certains pays, ils sont souvent intégrés aux analyses du transport maritime, alors qu'ils constituent des systèmes distincts, avec leurs propres

spécificités. Enfin, l'intégration de ces indices dans des ports spécifiques, en lien avec les processus de planification, de développement stratégique ou de gouvernance portuaire, permettrait d'offrir une vision claire sur les missions et les pratiques d'usages de ces outils par les parties prenantes, ainsi de mieux évaluer leur pertinence en tant qu'outils d'aide à la décision.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Arvis, J.-F., Ojala, L., Shepherd, B., Ulybina, D., et Wiederer, C. (2023). *Rapport Connecting to Compete: The logistics performance index and its indicators*. The World Bank. https://lpi.worldbank.org/sites/default/files/2023-04/LPI_2023_report.pdf
- Arvis, J.-F., Rastogi, C., Rodrigue, J.-P., et Ulybina, D. (2024). *A Metric of Global maritime Supply Chain Disruptions*. The World Bank Group. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099746107032431443/pdf/IDU19447dab513757140b1193cd19643f0ab7c10.pdf>
- Avocat droit international. (2025). *Organisations internationales*. <https://avocat-droit-international.fr/organisations-internationales/>
- Bastin, D. (2025). *Port à Contrecœur : Québec veut aller de l'avant malgré l'explosion des coûts. La relève*. <https://www.lareleve.qc.ca/2025/02/18/port-a-contrecoeur-quebec-veut-aller-de-lavant-malgre-lexplosion-des-couts/>
- Banque Mondiale et S&P Global Market Intelligence. (2023). *The Container Port Performance Index 2022*. The World Bank Group <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099051723134019182/pdf/P1758330d05f3607f09690076fedcf4e71a.pdf>
- Banque Mondiale et S&P Global Market Intelligence. (2024). *The Container Port Performance Index 2023: A Comparable Assessment of Performance based on Vessel Time in Port*. The World Bank Group. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099060324114539683/p17583313892300871be641a5ea7b90e0e6>
- Banque Mondiale. (2009). *Data Bank, World Economic Forum, Global Competitiveness Report*. The World Bank Group. <https://databank.worldbank.org/metadata/glossary/world-development-indicators/series/IQ.WEF.PORT.XQ>
- Banque Mondiale. (2023). *Trade Logistics in an Uncertain Global Economy*. The World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099042123145531599/pdf/P17146804a6a570ac0a4f80895e320dd1e.pdf>

- Bartholdi, J. J., Jarumaneeroj, P. et Ramudhin, A. (2016). A new connectivity index for container ports. *Maritime Economics & Logistics*, 18, 231-249. <https://link.springer.com/article/10.1057/mel.2016.5>
- Benghalia, A. (2015). *Modélisation et évaluation de la performance des terminaux portuaires* [Thèse de doctorat, dissertation, Université du Havre]. Hal Science. https://theses.hal.science/tel-01255291v1/file/Benghalia_abderaouf_2015_archivage.pdf
- Bouazza, S., Benmamoun, Z. et Hachimi, H. (2023). Maritime Bilateral Connectivity Analysis for Sustainable Maritime Growth: Case of Morocco. *Sustainability*, 15(6), 4993. <https://doi.org/10.3390/su15064993>
- Charłampowicz, J. et Grzelakowski, A. S. (2022). Maritime Container Terminal Process Maturity: A Methodological Approach and Empirical Evidence. *European Research Studies Journal*, Volume 25(2), 636-644. <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/101753>
- Calzada, C. (2021). *Regard statistique sur la piraterie maritime contemporaine*. Ministère des Armées. <https://shs.hal.science/halshs-04310367>
- CETMO. (2022). *La connectivité maritime en Méditerranée occidentale*. <https://www.cetmo.org/fr/nouvelles-cetmo-diagnostic-connectivite-maritime-en-mediterranee-occidentale/>
- Chan, F. T. S. (2003). Performance Measurement in a Supply Chain. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21(7), 534-548. <https://doi.org/10.1007/s001700300063>
- CNUCED. (2019). *Étude sur les Transports maritimes*. UNCTAD. https://unctad.org/fr/system/files/official-document/rmt2019_fr.pdf
- CNUCED. (2023a). *Indice de connectivité bilatérale des transports maritimes réguliers, trimestriels*. UNCTADSTAT Data Centre. <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/dataviewer/US.LSBCI>
- CNUCED. (2024a). *Indice de connectivité des transports maritimes réguliers, trimestriels*. UNCTADSTAT Data Centre. <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/dataviewer/US.LSCI>
- CNUCED. (2023b). *La gestion portuaire 2023. Indicateurs de performance, volume 11*. UNCTAD Genève. https://tft.unctad.org/wp-content/uploads/2023/10/2318924_French_UNCTAD_DTL_TLB_2023_2_Pdf_Web.pdf

- CNUCED. (2024b). *Indice de connectivité bilatérale des transports maritimes réguliers, trimestriels*. UNCTADSTAT Data Centre.
<https://unctadstat.unctad.org/datacentre/reportInfo/US.LSBCI>
- CNUCED. (2024c). *Indice de connectivité portuaire des transports maritimes réguliers, trimestriels*. UNCTADSTAT Data Centre.
<https://unctadstat.unctad.org/datacentre/reportInfo/US.PLSCI>
- CNUCED. (2023c). *Étude sur les Transports maritimes 2023 : Sur la voie d'une transition verte et juste*. <https://unctad.org/fr/publication/etude-sur-le-transport-maritime-2023>
- CNUCED. (2023d). *Étude sur les Transports maritimes 2023 : Faits et Chiffres sur l'Afrique*.
<https://unctad.org/fr/press-material/etude-sur-les-transports-maritimes-2023-faits-et-chiffres-sur-lafrigue>
- CNUCED. (2002). *La CNUCED en bref*. https://unctad.org/fr/system/files/official-document/edmmisc17rev1_fr.pdf
- Constant, O. (2022). Fusion des ports d'Anvers et de Zeebrugge : le plus grand port d'exportation européen voit le jour. *Téma Transport & Logistique*. <https://www.actu-transport-logistique.fr/archives/maritime/fusion-des-ports-danvers-et-de-zeebrugge-le-plus-grand-port-dexportation-europeen-voit-le-jour-695929.php>
- De Langen, P. W., Udenio, M., Fransoo, J. C. et Helminen, R. (2016). Port Connectivity indices: An application to European RoRo shipping. *Journal of Shipping and Trade*, 1(6). <https://doi.org/10.1186/s41072-016-0008-0>
- Deiss, H. (2022). Feport : ne pas confondre autorités portuaires et opérateurs de terminaux. *Ports et Corridors*. <https://portsetcorridors.com/2022/feport-ne-pas-confondre-autorites-portuaires-et-operateurs-de-terminaux/>
- Du, T. (2015). *AHP analysis for evaluation of European container port performance* [mémoire de maîtrise, Université Érasme de Rotterdam]. <https://thesis.eur.nl/pub/41195/Du-T.-AHP-Analysis-for-Evaluation-of-European-Container-Port-Performance.pdf>
- Ducruet, C. (2022). Port specialization and connectivity in the global maritime network. *Maritime Policy and Management*. https://shs.hal.science/halshs-02986104/file/Ducruet_Connectivity_MPM2020.pdf
- Ducruet, C. (2014). Réseau maritime mondial et hiérarchie portuaire. *Questions internationales*. <https://shs.hal.science/halshs-03086198v1>
- El Bakkouri, A. (2021). *Revue de Littérature du Concept « Performance logistique » : Un Essai de Synthèse*. European Scientific Journal, 17(23), 210. https://www.researchgate.net/publication/353606334_Revue_de_Litterature_du_Concept_Performance_Logistique_Un_Essai_de_Synthese

- ESPO. (2012). *Port de performance Indicators: Selection and Measurement indicators*.
https://www.espo.be/media/pages/12-01-25_PPRIISM_WP4_Deliverable_4.2_Website.pdf
- France Archives. (2023). *Les sources relatives à la mer : les activités. Le trafic portuaire*.
<https://francearchives.gouv.fr/fr/article/677805206>
- Fortin, M et Gagnon, J. (2022). *Fondements et Étapes du Processus de Recherche : Méthodes quantitatives et qualitatives* (4^e éd.). Chenelière en éducation.
- Fremont, A. (2019). Le transport maritime depuis 1945 : facteur clé de la mondialisation. *Entreprises et histoire*, 94(1), 16-29. <https://shs.cairn.info/revue-entreprises-et-histoire-2019-1-page-16?lang=fr>
- Frémont, A. (2009). *Intégration, non-intégration des transports maritimes, des activités portuaires et logistiques : Quelques évidences empiriques* (publication no 2009-1). OCDE/FIT. https://www.researchgate.net/publication/23805157_Integration_non-integration_des_transports_maritimes_des_activites_portuaires_et_logistiques_Quelques_evidences_empiriques
- Fugazza, M. et Hoffmann, J. (2017). Liner shipping connectivity as determinant of trade. *Journal of Shipping and trade*, 2(1), 1. <https://link.springer.com/article/10.1186/s41072-017-0019-5>
- Fugazza, M., Hoffmann, J. et Razafinombana, R. (2013). *Building a dataset for bilateral maritime connectivity* (publication no 1607-8291). <https://digitallibrary.un.org/record/765861?v=pdf>
- Granger, L. (2020). *Comment définir des indicateurs de performance*. Manager-go. <https://www.manager-go.com/finance/indicateurs-de-performance.htm>
- Guerrero, D., Nierat, P., Thill, J.-C. et Cohen, E. (2021). Visualizing maritime connectivity at national level: the case of LSBCI links of West European countries. *Case Studies on Transport Policy*, 9(4), 1818-1824. <https://dx.doi.org/10.1016/j.cstp.2021.10.001>
- Guiziou, F. (2024). Assessing the Effects of a War on a Container Terminal: Lessons from Al Hudaydah, Yemen. *TransNav, The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 18(1), 195-204. <https://hal.science/hal-04314293/>
- Guy, E. (2013). *Representations and policy change: evidence from the Canadian-flag shipping industry*. Environment and Planning A, 45(5), 1184-1198. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1068/a44602>
- Harper Petersen & Co. (2025). *Container*. <https://www.harperpetersen.com/harpex>

- Henesey, L. (2006). *Multi-agent système container terminal management* [Thèse de doctorat, Blekinge Institute of Technology] ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/239541534_Multi-agent_systems_for_container_terminal_management
- Hoffmann, J. (2005). Liner Shipping Connectivity. CNUCED, CNUCED Transport Newsletter. Dans *UNCTAD Transport Newsletter No. 29 Third Quarter 2005. Geneva.* https://unctad.org/system/files/official-document/sdtelbmisc20055_en.pdf
- Hoffmann, J., Wilmsmeier, G. et Lun, Y. V. (2017). Connecting the world through global shipping networks. *Journal of Shipping and Trade*, 2, 1-4. <https://link.springer.com/article/10.1186/s41072-017-0020-z>
- Hummels, D., Lugovskyy, V. et Skiba, A. (2009). The trade reducing effects of market power in international shipping. *Journal of Development Economics*, 89(1), 84-97. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304387808000588>
- INSEE. (2016). Indice. <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1055>
- Jarumaneeroj, P., Ramudhin, A. et Barnett Lawton, J. (2023). A connectivity-based approach to evaluating port importance in the global container shipping network. *Maritime Economics & Logistics*, 25(3), 602-622. <https://link.springer.com/article/10.1057/s41278-022-00243-9>
- Jebrane, E. M., & ouariti, O. Z. (2020). L'Efficience et la Productivité Comme Indicateurs de Mesure de la Performance Logistique Portuaire : Revue De Littérature. *Strategy Management Logistics* (1). <https://revues.imist.ma/index.php/mls/article/view/20765>
- Jiang, J., Lee, L. H., Chew, E. P. et Gan, C. C. (2015). Port connectivity study: An analysis framework from a global container liner shipping network perspective. *Transportation research part E: Logistics and transportation review*, 73, 47-64. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109482079>
- Jokar, M. R. A., Dupont, L. et Frein, Y. (2002). Évolution du concept de logistique. *Revue française de gestion industrielle*, 21(3), 5-22. <https://rfgi.fr/rfgi/article/view/458/779>
- Kakou, A. M. (2024). La connexion des ports de la côte ouest-africaine au réseau mondial de lignes maritimes régulières et ses implications : une analyse à travers l'indice de connectivité de la CNUCED. *Revue française d'Économie et de Gestion*, 5(1). https://www.researchgate.net/publication/377777121_La_connexion_des_ports_de_la_cote_ouest-africaine_au_reseau_mondial_de_lignes_maritimes_regulieres_et_ses_imPLICATIONS_une_analyse_a_travers_l'indice_de_connectivite_de_la_CNUCED_The_connection_of_Wes/references

KPMG. (2022). *Seeking Supply chain Stability in an era of volatility.* https://www.ascm.org/globalassets/ascm_website_assets/docs/stability-index-report.pdf

Kohn, L. et Christiaens, W. (2014). Les méthodes de recherches qualitatives dans la recherche en soins de santé : apports et croyances. *Reflets et perspectives de la vie économique*, 53(4), 67-82. <https://shs.cairn.info/revue-reflets-et-perspectives-de-la-vie-economique-2014-4-page-67?lang=fr>

Lacoste, R. et Cariou, P. (2008). Le transport maritime. Dans P. Guillotreau (éd.). *Mare economicum*. Presses Universitaires de Rennes. <https://doi.org/10.4000/books.pur.53815>

Laurine. (2021, 11 avril). Rotterdam : le premier port européen. *Laurine-Les mondes dormants*. <https://lesmondesdormants.fr/2021/04/11/rotterdam-port-europeen/>

Le, T. et Van, D. (2024). A Fresh Look at the Decomposition of Total Factor Productivity Growth: New Evidence Using the Färe-Primont Productivity Index. *Journal of Economic Development*. 49(4), 43–69. <https://ideas.repec.org/a/ris/jecdev/0100.html>

Liang, R. et Liu, Z. (2020). Port infrastructure connectivity, logistics performance and seaborne trade on economic growth: an empirical analysis on “21st-century maritime silk road”. *Journal of Coastal Research*, 106, 319-324. <https://meridian.allenpress.com/jcr/article-abstract/106/SI/319/440895/Port-Infrastructure-Connectivity-Logistics>

Liu, Q., Yang, Y., Ke, L. et Ng, A. K. (2022). Structures of port connectivity, competition, and shipping networks in Europe. *Journal of Transport Geography*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103360>

Liu, T. (2015). Book ‘public transit planning and operation: modeling, practice and behavior’ review. *Transport*, 30(4), 448-450. <https://doi.org/10.3846/16484142.2015.1114968>

Mačiulis, A., Vasiliauskas, A. V. et Jakubauskas, G. (2009). The impact of transport on the competitiveness of national economy. *Transport*, 24(2), 93–99. <https://doi.org/10.3846/1648-4142.2009.24.93-99>

Mareï, N. et Ducruet, C. (2014). L’intégration économique de la Méditerranée par les réseaux maritimes et portuaires. *Maghreb - Machrek*, 220(2), 11-33. <https://doi.org/10.3917/machr.220.0011>

Martin, D. et Drevet, J. (2022). *Pour une prospective post-Brexit*. *Futuribles*. 447 (2), 83-94. <https://shs.cairn.info/revue-futuribles-2022-2-page-83?lang=fr&tab=resume>

Martínez-Moya, J. et Feo-Valero, M. (2020). Measuring foreland container port connectivity disaggregated by destination markets: An index for Short Sea Shipping services in

Spanish ports. *Journal of Transport Geography*, 89.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692320309509>

Mbengue, A., Vandangeon-Derumez, I. et Garreau, L. (2014). Construire un modèle. Dans R.-A. Thiébart, *Méthodes de recherche en management* (4 éd. p. 334-387). Dunod.
https://shs.cairn.info/article/DUNOD_THIET_2014_01_0334

MPA Singapore. (2023). *Towards a Sustainable and Resilient Maritime Future*.
https://www.mpa.gov.sg/docs/mpalibraries/mpa-documents-files/comms-and-community/annual-report/mpa-annual-report-2023---pdf-a.pdf?sfvrsn=9e16def1_1

Milošević, T., Piličić, S., Široka, M., Úbeda, I. L., Pellicer, A. B., Garcia, R. V., Salvador, C. E. P., Garnier, C., Tsenga, E. et Traven, L. (2023). The Port Environmental Index: A Quantitative IoT-Based Tool for Assessing the Environmental Performance of Ports. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(10), 1969.
<https://doi.org/10.3390/jmse11101969>

Moïsé, E., Orliac, T. et Minor, P. (2011). Trade facilitation indicators: The impact on trade costs. *OECD Trade Policy Papers*, (118), OECD Publishing, Paris.
https://www.oecd.org/en/publications/trade-facilitation-indicators_5kg6nk654hmr-en.html

Moïsé, E. et Sorescu, S. (2013). Trade facilitation indicators: The potential impact of trade facilitation on developing countries' trade. *OECD Trade Policy Papers*. (144).
https://www.oecd.org/en/publications/trade-facilitation-indicators_5k4bw6kg6ws2-en.html

Ministère de l'Économie maritime de Pêche et de la Protection côtière. [@ Port Autonome de Lomé]. (2024, 7 octobre). *Transport maritime : À quoi sert l'indice de connectivité portuaire ?* [Publication]. Facebook.
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=954745986694679&set=a.297135319122419>

Munim, Z. H. et Schramm, H. J. (2018). The impacts of port infrastructure and logistics performance on economic growth: the mediating role of seaborne trade. *Journal of shipping and trade*, 3(1), 1-19. <https://link.springer.com/article/10.1186/s41072-018-0027-0>

Notteboom, T., Pallis, A. et Rodrigue, J.-P. (2022). *Port Economics, Management and Policy* (1st éd.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429318184>

Ouariti, O. Z. et Zeroual, P. L. (2017). L'impact Des Systèmes D'information Sur La Performance Des Chaines Logistiques : Une Revue De Littérature. *European Scientific Journal*, 13(4), 284-300.
https://www.researchgate.net/publication/314301184_L%27impact_Des_Systemes_D%27information_Sur_La_Performance_Des_Chaines_Logistiques_Une_Revue_De_Litterature

- Patrick, N. et David, G. (2019, 10 décembre). *UNCTAD maritime connectivity indicators: review, critique and proposal*. UNCTAD, 42(84). <https://unctad.org/news/unctad-maritime-connectivity-indicators-review-critique-and-proposal?>
- Petroff, V. (2024). La connectivité maritime : une approche multidimensionnelle basée sur la théorie des réseaux. *Région et Développement*, 59, 109-132. <https://ideas.repec.org/a/tou/journl/v59y2024p109-132.html>
- Pichot, L. (2006). *Stratégie de déploiement d'outils de pilotage de chaînes logistiques : Apport de la classification* [Thèse de doctorat, INSA de Lyon]. HAL theses. <https://theses.hal.science/tel-00159155>
- Port de Montréal. (2024). *Rapport annuel 2023 : Vers de nouveaux horizons*. Administration portuaire de Montréal. <https://www.port-montreal.com/fr/component/edocman/1353-rapport-annuel-2023/view-document>
- Port de Montréal. (2025). *Le Port de Montréal reçoit une aide financière de 130 M\$ du gouvernement du Québec pour son projet d'expansion à Contrecœur*. <https://www.port-montreal.com/fr/le-port-de-montreal/nouvelles-et-evenements/nouvelles/ctc-quebec>
- Port Halifax. (2023). *Un port, une ville Rapport annuel 2023*. Autorité Portuaire d'Halifax <https://www.porthalifax.ca/wp-content/uploads/2024/06/WEBmedium-res-Port-FRENCH-2023-AnnualReport-updatedJune6-2024.pdf>
- Ports Toronto. (2024). *Rapport annuel 2023*. Administration portuaire de Toronto. https://www.porttoronto.com/wp-content/uploads/PortsToronto-Annual-Report-2023_FR_Final.pdf
- Rodrigue, J.-P. (2020). *The Geography of Transport Systems* (5th éd.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429346323>
- Rousset, L. (2018). *On Maritime Network Robustness. A Comparative Study of Impacts and Recoveries from Exogenous Shocks Affecting Seaports* [Mémoire de maîtrise, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne]. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/334549197_1st_year_MPhil_Dissertation_On_Maritime_Network_Robustness_A_Comparative_Study_of_Impacts_and_Recoveries_from_Exogenous_Shocks_Affecting_Seaports
- Sarsar, L. et Echaoui, A. (2022). L'impact de la performance logistique sur le développement durable en Afrique : Une investigation empirique avec des données de panel. *Alternatives Managériales Économiques*. 4(2), 766-782. <https://revues.imist.ma/index.php/AME/article/view/32227>
- Saltane, V., Georgieva, D. (2016). Doing Business Trading Across Borders and Logistics Performance Index: similar yet different. *WORLD BANK BLOGS*.

<https://blogs.worldbank.org/en/opendata/doing-business-trading-across-borders-and-logistics-performance-index-similar-yet-different>

Široka, M., Piličić, S., Milošević, T., Lacalle, I. et Traven, L. (2021). A novel approach for assessing the ports' environmental impacts in real time—The IoT based port environmental index. *Ecological Indicators*, 120. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20308888>

Talkhokhet, D. et Moutmihi, M. (2021). Revue de littérature sur la performance de la chaîne logistique portuaire. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 2(1), 396-414. <http://www.ijafame.org/index.php/ijafame/article/view/156>

Tovar, B. et Wall, A. (2022). The relationship between port-level maritime connectivity and efficiency. *Journal of Transport Geography*, 98. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692321002660>

Transport Canada. (2020). *Liste des administrations portuaires canadiennes*. Gouvernement du Canada. <https://tc.canada.ca/fr/transport-maritime/ports/liste-administrations-portuaires-canadiennes>

UEMOA. (2021). *Guide de la performance, outil de mise en œuvre du budget programme. Plateforme des ressources techniques et de gestion de l'UEMOA*. <https://e-docucenter.uemoa.int/fr/241-definition-de-lindicateur>

Verdonck, K. et Mommaerts, J. (2024). *Découvrir les ports (maritimes) belges : une porte d'entrée vers le commerce international*. PropertyWeb by CBRE. <https://propertyweb.be/fr/apercus/dcouvrir-les-ports-maritimes-belges-une-porte-dentree-vers-le-commerce-international/341>

Voyer, P. (1999). *Tableaux de bord de gestion et indicateurs de performance* (2^e éd.). Montréal, Québec : Presses de l'Université du Québec. <https://tinyurl.com/4djeyxdw>

Wong, W. P., Soh, K. L., Sinnandavar, C. M. et Mushtaq, N. (2018). Could the service consumption-production interface lift national logistics performance? *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 222-239. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344916302853>

Wong Chan, S. (2024). Trade facilitation measures that are necessary, but not sufficient, to improve international trade performance. *Revista Científica Administrar lo Público*, 1(1). <http://doi.org/10.15517/alp.2024.57736>

Wilmsmeier, G. et Hoffmann, J. (2008). Liner shipping connectivity and port infrastructure as determinants of freight rates in the Caribbean. *Maritime Economics & Logistics*, 10, 130-151. <https://www.researchgate.net/publication/5223519>

Yilmazkuday, H. (2024). Geopolitical risks and shipping costs. *SSRN*.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4786988

Zaenal Muttaqin IM, M., Muslim, A. et Widiastuti, M. C. (2023). Pengaruh Firm Size dan World Container Index Terhadap Kinerja Keuangan Sektor Logistik di Asia Pasifik. *JMBI UNSRAT (Jurnal Ilmiah Manajemen Bisnis dan Inovasi Universitas Sam Ratulangi)*, 10(2), 1503-1525.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmbi/article/view/49917>