



**HAL**  
open science

## La spatialité des réseaux maritimes

César Ducruet

► **To cite this version:**

César Ducruet. La spatialité des réseaux maritimes : Contributions maritimes à l'analyse des réseaux en géographie. Géographie. Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2016. tel-01338110

**HAL Id: tel-01338110**

**<https://theses.hal.science/tel-01338110>**

Submitted on 27 Jun 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de Paris I Panthéon – Sorbonne

Mémoire d'habilitation à diriger des recherches  
Arrêté ministériel du 23 novembre 1988

Volume 1 :

**La spatialité des réseaux maritimes**  
*Contributions maritimes à l'analyse des réseaux en géographie*

Présenté et soutenu publiquement par :

César DUCRUET  
Chargé de Recherches en géographie au CNRS  
Membre de l'UMR 8504 Géographie-cités

Le 24 juin 2016 à Paris



Jury :

Michel BUSSI	Professeur	Université de Rouen, UMR IDEES 6266
Nadine CATTAN	Directrice de Recherche	CNRS & UMR Géographie-cités 8054
Laurent CHAPELON	Professeur	Université Paul-Valéry Montpellier 3
Ben DERUDDER	Professeur	Université de Gand
Antoine FREMONT	Directeur de Recherche	IFSTTAR
Lena SANDERS	Directrice de Recherche	CNRS & UMR Géographie-cités 8054



## **La spatialité des réseaux maritimes**

### ***Contributions maritimes à l'analyse des réseaux en géographie***

**Résumé :** Le transport maritime est l'un des plus anciens vecteurs d'interaction de la planète et continue de nos jours d'assurer plus de 90% des échanges internationaux en volume. Bien que pionnière dans la cartographie des routes et flux maritimes dès les années 1940, la géographie humaine privilégia ensuite les questions terrestres, la mobilité des personnes et les flux immatériels. De son côté le transport maritime évolua vers la fluidité optimale, au mépris de ses liens avec l'espace et les territoires. Considérer la spatialité des réseaux maritimes revient à questionner leur participation aux structures et dynamiques de l'espace géographique qu'ils permettent de connecter et par-là de révéler. Ce volume, par l'analyse de données inédites de flux maritimes en des contextes variés et à toutes échelles, du local au mondial, conclut au maintien de fortes interdépendances réseau/territoire, tout en soulignant les spécificités du vecteur maritime comme clé de lecture et élément à part entière du système-monde contemporain. En relativisant la volatilité des réseaux maritimes, ce travail contribue également à enrichir la notion même de réseau spatial tant en géographie que sur le terrain transdisciplinaire de la « science des réseaux ».

**Mots-clés :** ancrage, flux, réseau, spatialité, territoire, transport maritime

## **The spatiality of maritime networks**

### ***Maritime contributions to the analysis of networks in geography***

**Abstract:** Maritime transport is one of the oldest forms of interaction across the Earth, and still supports more than 90% of international trade volumes nowadays. Despite its pioneering role in mapping maritime routes and flows since the 1940s, human geography later shifted its central focus towards land-based issues, people mobility, and virtual rather than physical flows. In parallel maritime transport reached optimal fluidity at the expense of its ties with geographical space. Analyzing the spatiality of maritime networks allows us to discussing their true role in the spatial structures and dynamics they connect and therefore reveal. This essay, through the analysis of untapped maritime data in various contexts and multiples scales, from the local to the global, concludes to the permanency of strong network-territory interdependencies, while it underlines the specific character of maritime transport as a looking glass and integral part of the world system. Questioning the volatility of maritime networks also contributes to enriching the spatial network notion itself in geography as well as throughout the transdisciplinary "science of networks".

**Keywords:** embeddedness, flow, maritime transport, network, spatiality, territory



## Remerciements

Je remercie en premier lieu Nadine Cattan, pour m'avoir fait l'immense honneur d'accepter le rôle de garante de ce mémoire, et sans qui je doute d'avoir jamais réussi à synthétiser et mettre en perspective mes dernières douze années de recherches. Son encadrement fut l'occasion de discussions intensément riches et constructives dont je souhaite de tout cœur qu'elles se perpétuent dans l'avenir.

Merci également à Lena Sanders, pour son accueil chaleureux à l'UMR Géographie-cités à mon retour de l'étranger, lors de ma prise de fonctions au CNRS ; ensuite pour m'avoir intégré aux réflexions du GDR MAGIS et de l'ANR TRANSMONDYN qui ont sensiblement marqué mes recherches.

C'est avec un plaisir renouvelé que j'exprime ma gratitude envers Antoine Frémont de faire partie de ce jury. Je sais combien je lui dois, tant sur le plan personnel que professionnel, de m'avoir tôt conduit vers la Corée et l'Asie, aux réunions du groupe NORAO, et intégré à une communauté internationale dynamique et sympathique.

Je souhaite aussi remercier vivement Michel Bussi d'avoir accepté d'évaluer ce travail et de participer à la soutenance ; sa seule présence n'est pas sans susciter une certaine nostalgie de mes années passées à l'UMR IDEES, laboratoire où débuta ma carrière de chercheur et qu'il dirige actuellement. La venue de Laurent Chapelon est une occasion formidable d'échanges autour de ce thème commun des réseaux de transport dans lequel ses travaux font figure pour moi de référence. Je suis très reconnaissant à Ben Derudder de venir enrichir cette soutenance par sa connaissance fine et critique des villes en réseau, que je considère être aux avant-postes des recherches sur ce thème.

Merci enfin à mes collègues chercheurs français et étrangers ayant pris part à cette aventure via des discussions et co-productions aussi enrichissantes les unes que les autres et à qui ce présent volume doit beaucoup. Ma gratitude s'étend tout naturellement à mes collègues de Géographie-cités, laboratoire positivement dynamique et émulateur ; en particulier Saber Marrouchi pour avoir relu mes premières notes et m'avoir encouragé à poursuivre ce mémoire. Merci aussi à Sophie Lorowsky pour avoir réalisé à ma demande l'illustration de couverture, et à Louis de Saint-Priest pour sa relecture attentive du manuscrit. Qu'il me soit permis d'adresser un clin d'œil final à mon fils Léonard, à qui je dédie ce mémoire, ainsi qu'à mon épouse Hong, pour sa bienveillance et ses encouragements vitaux.



# Table des matières

Table des figures.....	9
Table des tableaux.....	10
<b>Introduction générale.....</b>	<b>11</b>
<b>1. Le réseau maritime : au cœur du système-monde, en marge de la recherche.....</b>	<b>19</b>
1.1 Introduction : le maritime, goutte d'eau ou grain de sel ?.....	21
1.2 De la route au réseau : émergence tardive d'un concept pluriel.....	24
1.2.1 Qu'est-ce qu'un réseau maritime ?.....	24
1.2.2 De l'avant-pays maritime aux systèmes portuaires.....	25
1.3 Routes maritimes sans réseau : la morphologie des flux.....	28
1.3.1 La lente évolution des cartes de flux.....	28
1.3.2 Un gain de précision à l'ère numérique.....	32
1.4 Réseaux maritimes sans espace : de la topologie à l'armateur.....	34
1.4.1 De la théorie des graphes aux réseaux dits complexes.....	36
1.4.2 Le réseau maritime comme réseau d'entreprise.....	43
1.5 Conclusion : la mer manque d'espace, la géographie manque de sel.....	48
<b>2. Les structures et dynamiques spatiales des réseaux maritimes.....</b>	<b>51</b>
2.1 Introduction : les réseaux maritimes, marqueurs et vecteurs de différentiation spatiale.....	53
2.2 L'analyse régionale des réseaux maritimes.....	54
2.2.1 Régions maritimes et échelles différenciées des flux.....	55
2.2.2 Les hubs maritimes, entre espace économique et espace politique..	58
2.3 La régionalisation du réseau maritime mondial.....	63
2.3.1 Différenciation régionale des centralités portuaires.....	63
2.3.2 Hors des <i>hubs</i> : la résilience des liens faibles.....	68
2.4 La spatio-temporalité maritime du système-monde depuis le 19 <sup>ème</sup> siècle....	71
2.4.1 Un réseau de plus en plus centralisé et optimal.....	74
2.4.2 Les polarités changeantes des économies-monde.....	78
2.5 Conclusion : les réseaux maritimes à l'épreuve des territoires.....	84
<b>3. L'ancrage territorial des réseaux maritimes.....</b>	<b>87</b>
3.1 Introduction : réseaux et flux maritimes, des activités « hors sol » ?.....	89
3.2 Réseaux maritimes, métropolisation, et systèmes de villes.....	94
3.2.1 Flux maritimes et hiérarchie urbaine mondiale.....	96

3.2.2 Centralité et rayonnement maritime des agglomérations.....	101
3.3 Les spécialisations croisées des réseaux maritimes et des régions.....	105
3.3.1 Tonnages portuaires, emplois, et richesse régionale.....	107
3.3.2 Vers une approche multi-niveaux et relationnelle de l’ancrage territorial.....	113
3.4 Réseaux maritimes et multimodalité.....	116
3.4.1 Le couplage des réseaux maritimes aux autres réseaux.....	117
3.4.2 L’intégration verticale des réseaux maritimes.....	123
3.5 Conclusion : le réseau maritime au service des territoires.....	126
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>127</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>135</b>

## Table des figures

Figure 1 : Citations sortantes et entrantes de la géographie portuaire anglophone, 1950-2012.....	23
Figure 2 : Trafic des navires britanniques en 1937.....	30
Figure 3 : Cartographie du commerce maritime étatsunien en 1938.....	30
Figure 4 : Routes empruntées par les navires britanniques, 1750-1800.....	31
Figure 5 : Flux maritimes de blé en Europe, seconde moitié du 20 <sup>ème</sup> siècle.....	31
Figure 6 : Densité de trafic maritime dans le monde.....	32
Figure 7 : Densité de navigation commerciale.....	33
Figure 8 : Répartition de densité 1992-2012 (a) et variation de densité 1992-2002/2003-2012 (b) de navires détectés par satellite.....	33
Figure 9 : Trajectoires de 112266 positions de navires dans le détroit de Gibraltar en 2012 et densité des trajectoires des navires de charge en 2009 dans la rade de Brest.....	34
Figure 10 : Réseau maritime connectant les ports de Colombie Britannique.....	37
Figure 11 : Flux conteneurisés et ports « nodaux » Europe-USA.....	38
Figure 12 : Flux conteneurisés mondiaux en 1992 et structure sous-jacente.....	39
Figure 13 : Distribution statistique du réseau conteneurisé mondial.....	42
Figure 14 : Réseau maritime mondial et centralité des ports.....	43
Figure 15 : Schéma de réseau conteneurisé multi-niveau.....	44
Figure 16 : Les réseaux maritimes des grands armements.....	45
Figure 17 : Réseaux conteneurisés d'Evergreen et COSCON.....	47
Figure 18 : Réseau conteneurisé de COSCON en 1990 et 2000.....	47
Figure 19 : Visualisations de firmes maritimes en réseau.....	48
Figure 20 : Réseaux conteneurisés caribéen et méditerranéen en 1994 et 2002.....	56
Figure 21 : Evolution du corridor maritime Est-Ouest de 1995 à 2011.....	57
Figure 22 : Flux maritimes conteneurisés intercoréens, 1985-2005.....	59
Figure 23 : Centralisation du réseau conteneurisé d'Asie du Nord Est en 1996 et 2006.....	60
Figure 24 : Flux majeurs conteneurisés au Maghreb en 2006.....	61
Figure 25 : Ego-networks maritimes des ports maghrébins en 1996 et 2011.....	62
Figure 26 : Variations différenciées de centralité, 1996-2006.....	64
Figure 27 : Régions nodales du réseau conteneurisé mondial en 1996 et 2006.....	64
Figure 28 : Centralité des canaux transocéaniques au niveau mondial en 1996 et 2006.....	65
Figure 29 : Impact de la suppression des canaux transocéaniques sur la centralité des ports du monde en 1996 et 2006.....	66
Figure 30 : Régions maritimes nodales et diversité des trafics.....	67
Figure 31 : Partitionnement du réseau maritime conteneurisé atlantique en 1996 et 2006.....	69
Figure 32 : La décomposition topologique.....	70
Figure 33 : Décomposition topologique du réseau maritime conteneurisé mondial.....	70
Figure 34 : Extrait du <i>Lloyd's Daily Index</i> (1925) et méthodologie de l'OCR.....	73
Figure 35 : Evolution de la taille du réseau maritime mondial, 1890-2008.....	75
Figure 36 : Evolution de la connectivité du réseau maritime mondial, 1890-2008.....	76
Figure 37 : Stabilité et intermittence du réseau maritime mondial, 1890-2008.....	77
Figure 38 : Répartition des escales entre grandes régions du monde, 1890-2008.....	78
Figure 39 : Flux maritimes interrégionaux et hiérarchie portuaire mondiale en 1890.....	79
Figure 40 : Evolution comparée de grands ports mondiaux, 1890-2008.....	81
Figure 41 : Polarisation du réseau maritime mondial, 1890-2008.....	82
Figure 42 : Le modèle de peuplement mercantiliste de James E. Vance (1970).....	95
Figure 43 : Méthode d'appariement des ports aux agglomérations du monde.....	97
Figure 44 : Répartition du trafic maritime mondial par classe de taille démographique des agglomérations, 1950-2010.....	98
Figure 45 : Corrélacion entre taille urbaine et trafic maritime par type d'appariement, 1950-2010.	98

Figure 46 : Régions nodales et hiérarchie urbaine mondiale, 1950-2010.....	102
Figure 47 : Un modèle de l’ancrage régional des trafics portuaires.....	106
Figure 48 : Modélisation de divers arrière-pays continentaux.....	107
Figure 49 : La région portuaire, entre administratif et fonctionnel.....	108
Figure 50 : Validation empirique des types de régions portuaires.....	110
Figure 51 : Types de régions portuaires dans la Triade.....	112
Figure 52 : Analyse multi-niveaux des temps moyen d’escale des porte-conteneurs, 1996-2011.	114
Figure 53 : Typologie des relations port-région dans le réseau maritime d’Asie-Pacifique.....	115
Figure 54 : Modélisation des routes maritimes et terrestres dans l’empire romain.....	118
Figure 55 : Accessibilité globale des villes du monde.....	119
Figure 56 : Modélisation des flux conteneurisés mondiaux maritimes et terrestres.....	120
Figure 57 : Polarisations interurbaines combinées aérien-maritime au niveau mondial.....	121
Figure 58 : Intégration verticale du secteur transport et logistique en Europe.....	124
Figure 59 : Emplois transports et intégration verticale des villes portuaires européennes.....	125
Figure 60 : Intégration verticale, spécialisation modale, et ancrage territorial.....	125
Figure 61 : Transformation planaire du réseau maritime mondial.....	134

## Table des tableaux

Tableau 1 : Nombre de publications sur les réseaux maritimes.....	25
Tableau 2 : Effets topologiques de la suppression des canaux transocéaniques sur le réseau maritime mondial en 1996 et 2006.....	66
Tableau 3 : Nombre d’escales des vingt-cinq plus grands ports mondiaux, 1890-2008.....	80
Tableau 4 : Synthèse de la littérature empirique sur les réseaux de transport et les systèmes de villes.....	93
Tableau 5 : Coefficient de clustering moyen par classe taille démographique des agglomérations, 1950-2010.....	99
Tableau 6 : Taille démographique et types de flux maritimes, 1975-2010.....	100
Tableau 7 : Taille démographique moyenne et diversité des flux maritimes, 1975-2010.....	100
Tableau 8 : Taille démographique et variété des flux maritimes, 1975-2010.....	101
Tableau 9 : Classement des villes maritimes mondiales par le nombre de flux majeurs et rapporté au classement des villes mondiales du GaWC (2000).....	104
Tableau 10 : Corrélation topologique entre réseaux maritimes et aériens par niveau d’agrégation des nœuds.....	121
Tableau 11 : Répartition du trafic mondial aérien et maritime par classes de trafic aérien ou maritime.....	122

## Introduction générale

« L’immense monde-total avec ses niveaux infinis depuis le sommet de la Standard Oil jusqu’au clapotis de l’eau sur les barques où rêvent de vieux marins, la différence entre les préoccupations des dirigeants dans les gratte-ciel et les vieux loups de mer sur le port »  
Jack Kerouac, *Les souterrains* (1958)

Le transport maritime peut être considéré à juste titre comme l’un des plus anciens vecteurs d’interaction de l’histoire de l’humanité. Il a pourtant de nos jours une place somme toute secondaire en géographie et plus largement, dans notre façon de penser et de concevoir l’espace et de penser le monde. Si de nombreux champs scientifiques s’y intéressent, le maritime reste l’affaire de sous-disciplines comme l’histoire maritime, la géographie maritime, l’économie maritime. En géographie, cette spécialisation n’est d’ailleurs qu’une sous-partie de la géographie des transports, celle-ci étant souvent désignée comme un « monde à part » dans certains bilans scientifiques récents.

En posant la question de la spatialité des réseaux maritimes, ce volume s’interroge avant tout sur la place du transport maritime en géographie et dans le champ des réseaux. Dans la littérature sur les réseaux, la spatialité renvoie au concept relativement récent de « réseau spatial » (*spatial network*) (Barthelemy, 2011), voisin du plus ancien et classique « réseau technique », dont la caractéristique première est d’exister dans un espace euclidien et intégrant par-là les contraintes de coût et de distance. Les « effets spatiaux » des localisations, ou frictions, peuvent ainsi être distingués des « effets réseau » du graphe dans leur influence sur la structure topologique des liens et l’accessibilité des nœuds (Gleyze, 2007), par opposition au « réseau a-spatial » (*non-spatial network*) comme un réseau social ou un réseau fait d’interactions dans un espace purement topologique voire virtuel, immatériel (ex : Worldwide Web, réseaux neuronaux). Dans cette perspective, la spatialité du réseau maritime se focalise sur la géographie physique, confrontant la ligne droite au contour des côtes (Bertin, 1973) ou aux conditions climatiques. L’espace terrestre est indifférencié au-delà des seuls nœuds que sont les ports. Et pourtant du point de vue terrestre l’espace maritime est bien souvent perçu comme étant lui aussi indifférencié, « vide d’hommes » (Frémont, 1996).

La spatialité en géographie (humaine), dont elle est l’un des fondements épistémologiques, est plutôt entendue au sens de la différenciation de l’espace par les sociétés, un espace « *hétérogène et anisotrope, constitué de nœuds et d’axes hiérarchisés qui organisent les flux de circulation dans des territoires inégalement maillés* » (Elissalde, 2014). Dans cette perspective le réseau maritime peut être entendu comme une clé de lecture de l’espace géographique. L’importance économique et commerciale du transport maritime – plus de 90% des échanges internationaux en volume – laisse à penser que ce vecteur d’interaction est ainsi un marqueur de premier ordre de la spatialité, des structures et dynamiques des territoires. Or l’espace ne doit pas être « *considéré comme le seul support de l’action, mais comme un acteur à part entière* », permettant de « *penser le lien entre spatialités des opérateurs et organisation de l’espace* » en termes de procédures relationnelles ou de « *géologistique* »

(Lussault, 2010). Selon cette définition le réseau maritime ferait partie intégrante de l'espace lui-même, soit comme une fonction parmi d'autres, soit en coévolution, comme dans le cas des réseaux terrestres (Bretagnolle, 2009). On est alors loin de la seule spatialité « physique » introduite ci-dessus.

Ces questions n'ont pour ainsi dire jamais été appliquées au champ particulier du transport maritime, qui plus est sous l'angle des réseaux. Cet état de fait s'explique par la croyance largement répandue chez les spécialistes du maritime en la capacité de ce mode de transport à transgresser les contraintes de l'espace-support, et ainsi à prendre le dessus sur les territoires, grâce à des transformations technologiques souvent qualifiées de révolutionnaires (ex : la conteneurisation) et des réorganisations économiques en profondeur permettant à une poignée d'opérateurs globaux à faire prévaloir et imposer leurs impératifs techniques au reste de la « chaîne » de distribution porte-à-porte. La logique économique se serait ainsi surimposée à l'espace géographique, dans un contexte de croissance rapide et quasi ininterrompue du commerce mondial depuis des décennies. L'offre intègre voire dépasse la demande au lieu de n'en être qu'un dérivé (Rodrigue, 2006). La recherche de l'optimalité logistique fut ainsi atteinte au prix d'une dissociation spatiale et fonctionnelle entre réseau et territoire. En ce sens, si le réseau maritime reste un réseau spatial au sens physique du terme, les échanges commerciaux ne s'étant pas (encore) dématérialisés, n'est-il pas devenu a-spatial dans ses relations avec l'espace terrestre et les territoires ? En quoi le réseau maritime reste-t-il, de nos jours, un révélateur important de l'organisation et de l'évolution de l'espace géographique, en quoi est-il spécifique par rapport à d'autres ? Au-delà de la dichotomie réseau-territoire, n'est-il pas préférable d'envisager une spatialité de cette relation ? Quelles sources, méthodes et niveaux géographiques faut-il mobiliser pour évaluer la variabilité spatio-temporelle de son ancrage territorial ?

C'est peut-être ce décalage entre réseau et territoire qui m'a séduit et motivé à poursuivre des recherches dans ce champ thématique depuis mon doctorat de géographie, obtenu fin 2004 à l'université du Havre sous la direction de Madeleine Brocard, il y a déjà presque douze ans. Qu'il me soit permis ici de retracer brièvement comment mon intérêt pour les réseaux maritimes s'est forgé, depuis une thèse portant sur les villes portuaires, au gré de mes expériences successives de recherche tant en France qu'à l'étranger. Cet essai s'attardera en chemin sur certains détails, rencontres ou événements ayant créé des opportunités de bifurcations thématiques autant que d'approfondissements méthodologiques et théoriques de mon objet d'étude. J'essaierai tant que possible de resituer mon parcours intellectuel par rapport à l'évolution de la géographie des transports en général telle qu'elle est décrite dans plusieurs synthèses récentes, certes anglo-saxonnes, de ce champ et de ses connexions avec le reste de la géographie et des autres sciences (Keeling, 2007 ; Shaw et Sidaway, 2011 ; Schwanen, 2016a).

Travailler sans relâche à comprendre les villes portuaires pendant ma thèse m'avait habitué à me satisfaire d'un terrain excentré, à cheval entre plusieurs échelles, du local au mondial, à l'image de l'« *objet réel non identifié* » que constituait pour Roger Brunet (1997) la ville moyenne, par exemple. La plupart des géographes du transport s'intéressaient plutôt à la grande vitesse ferroviaire, au transport aérien, à la mobilité des personnes. Cette ville portuaire qui attirait mon regard était en effet un objet complexe et fascinant, mais plongé dans une atmosphère délétère : villes bombardées, amputées, en panne d'identité, en proie

au marketing urbain irrespectueux d'une gloire passée, aux espaces portuaires délaissés en voie de reconversion, frappées par le chômage, sous-qualifiées, synonymes de grèves, mafia, corruption, trafics illicites, violences diverses, prostitution, meurtres, pollution visuelle et sonore, immigration, risques industriels, congestion, à l'écart des grands centres de décision et de consommation, périphériques et en cul-de-sac. Cela tranchait avec les connotations par ailleurs plutôt positives de la mer, du large, des voiliers et des grandes et belles cités marchandes d'autrefois.

Mon premier article en anglais en 2006 qualifia les villes portuaires de « soldats sur le front de la mondialisation » (*frontline soldiers of globalisation*). Une telle conception s'inspirait largement de maîtres à penser comme André Vigarité en France, James Bird en Angleterre. Qu'on le veuille ou non la ville portuaire pouvait être à la fois périphérique et centrale, déprimée et dynamique. Plus encore elle faisait partie d'un système territorial qu'elle connectait à un système maritime global. Mais à vouloir me représenter le « tout » ma pensée se brouillait. J'ouvrais de grands yeux lorsque pendant mon doctorat Olivier Joly, qui avait fraîchement soutenu sa propre thèse sur le réseau maritime mondial, me parlait de la morphologie dynamique des flux maritimes mondiaux. Je n'avais aucune idée de ce que pouvait être un réseau ou ce réseau en particulier, bornant ma vision à la ville littorale. Tout ce qui pouvait se passer sur les flots n'avait aucune importance. Cela allait de soi, cet espace était de toute façon vide d'hommes, donc dépourvu d'intérêt. Tout au plus, un espace-support ayant ses aléas et ses fougues, mais à l'heure des porte-conteneurs géants rien ne pouvait s'opposer aux lignes droites.

Cette ville portuaire, avec tous ses défauts, fut pourtant la seule corde à mon arc lorsque je m'embarquais pour mon premier post-doctorat en Corée du Sud en 2005, qui fut suivi d'un autre aux Pays-Bas un an et demi plus tard. Sans nul doute l'attrait naturel de ces pays pour les choses de la mer me conforta dans l'utilité de perpétuer des travaux dans ce champ. Le choix de la Corée remontait à un travail de terrain mémorable perpétué avec Antoine Frémont dans le cadre de son projet ACI Jeunes Chercheurs sur les flux conteneurisés Europe-Asie, et en particulier la ville portuaire de Busan, en 2002. Cette fois, je m'y rendais de mon propre chef, ayant réussi à convaincre le Dr. Won-Bae Kim, du *Korea Research Institute for Human Settlements* (KRIHS), près de Séoul, de m'embaucher pour quelques mois. J'eus l'honneur d'être le premier étranger recruté par cet institut, l'équivalent de la DATAR française, depuis sa fondation en 1978. Le géographe radical David Harvey y donna une conférence fin 2005 sur ses thèmes de prédilection. Mes conditions de travail au KRIHS n'étaient pas celle d'un expatrié : il fallait payer son loyer, travailler dix heures par jour en moyenne, et ne pas venir au bureau le dimanche était très mal vu.

Lorsqu'à la suite de ce post-doctorat de six mois le KRIHS me demanda de travailler sur la Corée du Nord, je me trouvais bien mal à l'aise. L'agence de développement *Korea Land Corporation*, qui avait bâti en coopération avec Hyundai Asan le parc industriel de Kaeseong de l'autre côté de la frontière, avait alors commandité une étude de faisabilité sur l'implantation possible de zones de ce genre autour des ports nord-coréens, un peu sur le modèle chinois. Mon nouveau responsable et spécialiste de la Corée du Nord le Dr. Jin-Cheol Jo attendait anxieusement de moi que l'on puisse apporter du nouveau sur ce terrain somme toute aride et rebutant. On savait que même les plus éminents experts mondiaux visitant le Nord restaient confinés à leur hôtel de luxe du centre de Pyongyang, sur une île, et aucun

rapport sérieux sur les ports et le transport maritime en Corée du Nord n'existait à ce jour hormis des bribes d'information souvent invérifiables. Les spécialistes de ce pays se focalisaient plutôt sur la géostratégie, la dictature, la famine, la crise nucléaire. Un vrai défi, mais que j'acceptais de relever, ayant l'habitude et le goût des terrains vagues. *A posteriori*, je me rends compte de l'importance énorme qu'a pu avoir sur ma réflexion ce décentrage hors du « global North » (Kwan et Schwanen, 2016), c'est-à-dire loin des centres nerveux de la planète, un véritable voyage dans « l'antimonde » (Brunet, 1997). Un tel détour par la « périphérie » avait été nécessaire pour mieux revenir au « centre ».

Seul mon ami et collègue Stanislas Roussin avait à ma connaissance eu le loisir de circuler librement dans ce pays, sous l'égide de Philippe de Chabaud-Latour, alors cabinet de conseils en développement international et ayant maintes fois traversé la frontière pour faire du Nord son nouveau terrain de jeu pour les affaires, un eldorado potentiel pour qui savait gagner la confiance de la nomenklatura. Ses récits me fascinaient, même restreint par le secret des affaires. On était alors dans un contexte de changement en apparence profond : le Nord venait de réformer son système économique et s'appropriait à s'ouvrir davantage au commerce international, malgré l'embargo et les nombreuses tensions diplomatiques liées aux essais nucléaires. Le loup sortait enfin du bois. L'idée me vint alors, me rappelant les conversations avec Olivier Joly au Havre, de demander à la *Lloyd's of London* si leurs données de navigation commerciale incluaient la Corée du Nord. Leur *Marine Intelligence Unit* me répondit très rapidement et positivement, avec un échantillon de données sur le nombre d'escales de navires par port nord-coréen en 2005. Mon sang ne fit qu'un tour et d'autant plus lorsque j'appris qu'il était même possible d'obtenir, pour 5000 livres sterling, tous les mouvements quotidiens de navires passant par ces ports depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1985 jusqu'à ce jour. Les données étaient précises au point de démentir, lors d'une enquête auprès des compagnies ayant fait escale au Nord, les dires de *Maersk Line*, le plus grand armateur conteneurisé mondial : « *la Corée du Nord est l'un des rares endroits au monde où nos navires ne font pas escale* » ; pourtant le *Jolly Arancione*, porte-conteneur de 30 000 tonnes, construit en 1975, et opéré par *Maersk* avait touché Nampo, port de Pyongyang, le 15 janvier 2000 en provenance du canal de Panama et en partance pour la Corée du Sud. Je pris alors fièrement les rênes d'une grande partie de ce nouveau projet de recherche, fort d'une matière statistique brute de première main, désagrégée et temporelle, une première dans l'histoire des recherches sur le pays soi-disant le plus fermé au monde.

Au bout de plusieurs analyses, il sembla tout à fait naturel de passer d'une étude des ports eux-mêmes (hiérarchie, spécialisation, trajectoires, glissements) aux flux maritimes proprement dits. On voyait alors que l'avant-pays (connexions maritimes outremer) de la Corée du Nord s'était rétracté au gré de la crise profonde qui s'ouvrit suite à la chute du Mur de Berlin et aggravée en interne par des tensions politiques et la dégradation de l'économie. La cartographie, pour la première fois, des flux maritimes intercoréens fut véritablement l'élément déclencheur de mes recherches à venir. Je prenais alors conscience que le transport maritime pouvait être « vital », car dans ce cas précis, mais aussi dans d'autres, le blocage total de la frontière Nord-Sud ou Zone Démilitarisée (DMZ) forçait ces échanges à n'être que maritimes. Ils portaient en eux toute l'essence des interactions, si modestes soient-elles mais si symboliques, entre deux pays si opposés sur le plan politique et économique, toujours officiellement en guerre depuis l'armistice de 1953, mais en même temps frères inséparables faisant unité sur le long terme. Si ces échanges augmentaient en volume, ils se multipliaient

dans l'espace, de plus en plus de ports respectifs du Nord et du Sud étant liés d'une année sur l'autre, malgré des phases de creux dues à l'instabilité des relations. Et ils se rapprochaient : l'année 2005 montrait en effet que les portes d'entrée maritimes des deux capitales Pyongyang et Séoul, Nampo et Incheon, concentraient désormais l'essentiel des flux intercoréens, et faisaient transiter l'essentiel du commerce maritime entre la Corée du Nord et le reste du monde. Une sorte de réunification avant l'heure, porteuse d'espoir et d'attentes.

Fin 2006, mes collègues coréens terminèrent à la va-vite le rapport pour la *Korea Land Corporation*, dont j'appris plus tard qu'ils avaient retiré toutes mes analyses et cartographies de flux, par peur d'avoir à les expliquer eux-mêmes devant les autorités. J'eus la chance de développer entre temps une collaboration extrêmement enrichissante et en trinôme avec Valérie Gelézeau, avec laquelle la discussion se poursuivit, et l'œil expert de Stanislas Roussin. Chacun sur un continent (Philadelphie-Rotterdam-Séoul), nous continuâmes de questionner ce changement majeur dans la répartition et l'intensité des flux maritimes intercoréens. Il en ressortait un bilan en demi-teinte, exprimant toute la complexité de l'affaire. Certes, les deux Corées se rapprochaient par le mode maritime, mais restaient fermées sur le plan terrestre. L'ouverture n'était donc pas totale. Il fallait donc s'intéresser plus avant aux logiques maritimes « pures ». Les ports nord-coréens, eux-mêmes périphériques dans un pays développé sur le modèle soviétique d'une priorité au ferroviaire et doublé d'une mainmise de l'armée sur le territoire, étaient en proie à une accessibilité nautique et un outillage de manutention de moins en moins adéquats au commerce international. Pourtant ce commerce était nécessaire dans un pays où les villes principales restaient littorales et confronté à la détérioration rapide du système de transport interne, lui-même souffrant de plus en plus des intempéries. La Corée du Nord avait ainsi besoin d'une béquille logistique, d'un *hub* externe, recevant le gros des flux à destination du Nord et les redistribuant sur de petits navires, qu'il s'agisse de flux humanitaires ou de commerce réel. Certes, une bonne partie du commerce extérieur nord-coréen passait par la Chine, mais le voisin sud-coréen, plus proche et bien mieux connecté aux routes maritimes mondiales, était le candidat le plus logique selon des critères d'optimisation du réseau, en vertu de sa localisation mais aussi d'un réchauffement diplomatique, malgré la guerre froide prolongée. La logistique prenait le pas sur le politique. Or vers 2007 les promesses d'ouverture du Nord avaient fait long feu, et les projets intercoréens en cours, comme la mise en place de navettes ferroviaires, avaient échoué. Encore récemment, le 15 février 2016, la Corée du Sud bannissait de ses ports tout navire ayant fait escale au Nord pour punir Pyongyang de ses essais nucléaires récents.

Cette expérience de travail sur un terrain si mal connu fut prolongée durant mon post-doctorat à Rotterdam tant il était riche d'enseignement sur la relation réseau/territoire. Mais elle fut aussi l'opportunité de s'apercevoir d'autre chose : la rareté des travaux empiriques sur les réseaux maritimes quels qu'ils soient, en géographie comme dans d'autres disciplines. Car le travail sur la Corée du Nord m'avait graduellement poussé à rechercher des « preuves » ou des éléments d'explication de ce que nous avançons dans d'autres contextes géographiques. Les mises en perspectives maritimes de relations internationales en restaient bien souvent au tonnage des ports, données bien plus accessibles et moins coûteuses il est vrai, mais ne pouvant en aucun cas servir l'approche relationnelle des territoires. En fait de réseaux maritimes on avait la plupart du temps en géographie maritime « classique » de grossières cartes des routes principales, et je n'arrivais pas à trouver de point d'appui ou de comparaison qui auraient traité de façon systématique des matrices de flux interportuaires afin de révéler

des dynamiques régionales. L'idée me vint alors d'étendre l'analyse au reste du monde, d'une part, et de renforcer mes lacunes sur l'analyse de réseau en général, d'autre part, pendant ce second post-doctorat.

Le contexte était alors celui d'une « science des réseaux » en plein essor, transdisciplinaire, et tranchant avec l'approche dominante et classique des réseaux de transport « planaires » en géographie, c'est-à-dire les routes et les voies ferrées. J'eus le plaisir de participer à plusieurs séminaires de travail du GDRE S4 et plus particulièrement du groupe SPANGEO (*Spatial Networks in Geography*), animé par Céline Rozenblat et une équipe d'informaticiens du LABRI à Bordeaux, autour du logiciel de visualisation de graphes TULIP. Je revins vers la Lloyd's avec une nouvelle demande, celle de l'ensemble des mouvements de porte-conteneurs dans le monde à deux années, 1996 et 2006. Mon objectif était de visualiser avec précision le réseau maritime mondial, sur la base de 365 jours de mouvements de navires. D'autres membres du groupe avaient à peu près le même objectif, dans des domaines très différents (réseaux de firmes, réseau Internet), ce qui favorisait les échanges autour de méthodes d'analyse identiques car totalement transversales. Alors post-doctorant à Rotterdam (*Erasmus University*), la présentation de mes premiers résultats à des collègues hollandais fut encourageante. Les professeurs Ron Boschma et Koen Frenken avaient apprécié le distinguo entre « effet réseau » et « effet territoire » qui guidait mon explication des flux. De son côté, le professeur Bert van der Knaap avait tout de suite trouvé l'explication de la forte centralité de Santos (Brésil) dans le réseau mondial : c'était l'effet « capitale » de Sao Paulo. Encore maladroit dans l'analyse du réseau, j'avais à tâtons et parfois réinventais la poudre. Fier d'avoir transformé le réseau en arbre en ne retenant que le flux le plus volumineux de chaque port, je présentais ma trouvaille à Denise Pumain qui me répondit sur-le-champ qu'on utilisait cette méthode depuis les années 1960 suite à l'article fondateur de Nystuen et Dacey (1961) sur la question. On était alors en 2008 et je pris sur moi de passer plus de temps à intégrer ce champ méthodologique, ne publiant des choses nouvelles sur le sujet qu'à partir de 2010. Mon projet de recherche pour le CNRS porta sur ce réseau conteneurisé, qu'il s'agissait de faire parler davantage, notamment en lien avec « l'effet territoire », et je prenais mes fonctions de chargé de recherches en janvier 2009.

Ma participation aux réunions de travail de l'ANR Transmondyn, dirigée par Lena Sanders, et de l'ERC Geodiversity, dirigée par Denise Pumain, furent sans nul doute le déclencheur supplémentaire de mon attrait pour le long terme des dynamiques spatiales, urbaines et réticulaires, à la croisée de multiples disciplines scientifiques. J'avais été entouré d'économistes à Rotterdam (*Faculty of Applied Economics*) et la dimension spatio-temporelle m'avait beaucoup manqué. Il me vint alors à l'esprit que si la *Lloyd's* existait depuis le 18<sup>ème</sup> siècle, ne serait-il pas possible d'envisager une extension de mes recherches sur le temps long, toujours au niveau mondial ? Jusqu'où ces archives permettaient-elles de remonter ? Olivier Joly avait utilisé dans sa thèse des données imprimées, celles du *Lloyd's Voyage Record*, pour les années 1992 et 1993. Ayant gardé un très bon souvenir du moteur de recherche COPAC centralisant les répertoires bibliographiques de toutes les bibliothèques britanniques, je fis une simple recherche par mots-clés, et apprenais que cette même source avait été publiée depuis 1972. Or il était mentionné qu'elle-même continuait le *Lloyd's Shipping Index and Voyage Supplement*, publié depuis 1946. Et ce *Supplement* continuait le *Lloyd's Shipping Index* lui-même, publié depuis ... 1880. Et ainsi de suite : cet *Index* était devenu une publication parallèle du quotidien *Lloyd's List*, publié depuis l'année 1734, voire 1696 selon les sources.

Les imprimés étaient en consultation dans de nombreuses bibliothèques, et celles-ci m'avaient gracieusement fait parvenir des extraits de ces registres confirmant qu'il s'agissait bien de mouvements de navires entre les ports du monde. Non seulement une telle source n'avait pas d'équivalent, mais en plus elle n'était mentionnée nulle part dans la littérature scientifique ou professionnelle, sauf peut-être dans des travaux d'archéologie sous-marine ou des mémoires. Cette profondeur historique vertigineuse pour un géographe fut abordée de front grâce à l'obtention d'un Projet Exploratoire / Premier Soutien du CNRS en 2010, qui servit à financer plusieurs missions à Londres et la numérisation d'une partie de ces archives. J'avais, entre temps, consolidé mes connaissances sur les réseaux en général, tant en sciences humaines qu'en sciences de la nature, ayant fondé et co-animé le groupe de travail fmr (flux, matrices, réseaux)<sup>1</sup> sur la période 2010-2015. Suite à la publication de ma première carte « historique » dans la revue *Mappemonde*, en 2012, je fis le dessein de postuler à mon tour à un financement du Conseil Européen de la Recherche (ERC) avec un projet dont l'acronyme, *World Seastems*, plaçait d'emblée le transport maritime au rang de vecteur et révélateur de structures et dynamiques macro-géographiques.

Bien des constats et questions ont émergé durant ce cheminement, dont je ne prends conscience qu'au moment de son écriture. Si les réponses n'en sont qu'à leur début, un bilan s'impose avant de reprendre le large, afin de garder le cap dans un océan scientifique en mouvement perpétuel. Tout d'abord mon travail de thèse et d'autres ensuite sur les villes portuaires m'avaient conforté dans l'idée que les villes, et plus largement les territoires, n'étaient que peu abordés sous l'angle des flux matériels. En ceci nous étions plusieurs jeunes chercheurs à tenter de rapprocher les deux, épaulés par des chercheurs plus expérimentés comme Peter Hall et Markus Hesse (2012). Mes collaborations avec des collègues coréens, hollandais et japonais étaient déjà une façon de questionner la spatialité des activités portuaires, au croisement de la géographie urbaine et des transports, mais sans aller jusqu'à aborder de front la perspective relationnelle. Ensuite et comme mentionné plus haut, ce grand écart sur la Corée du Nord fut d'abord un prétexte à se démarquer d'une littérature focalisée sur les grands ports mondiaux (New York, Rotterdam, Singapour), puis à s'interroger sur les effets spatiaux de la décroissance, principalement à travers l'évolution des flux maritimes. Hormis le terrain lui-même, l'accent était mis sur la relation réseau-territoire, sur le spatio-temporel, sur la capacité du réseau maritime à transcrire des évolutions tant techniques et économiques que politiques. Dans un troisième temps, l'ouverture à d'autres régions et périodes me fit réaliser à quel point l'analyse des territoires par les réseaux maritimes constituait un terrain quasiment vierge, même dans le cas des pays avancés. De nouvelles collaborations avec d'autres géographes mais aussi des économistes et des historiens comblaient en partie cette lacune et insistaient sur la nécessité d'un aller-retour constant entre micro et macro, territoire et réseau, temps court et temps long. La dite « science des réseaux », alors en pleine effervescence, pouvait s'enrichir d'une attention croissante portée aux caractéristiques des lieux, à la différenciation de l'espace, ce qui était alors plutôt rare dans ce champ fasciné par les lois générales basées sur la seule topologie du graphe (Schwanen, 2016b). Les territoires n'étaient plus une toile de fond mais un facteur de structuration du réseau, complément essentiel des aspects topologiques et économiques. On pouvait ainsi aborder autrement de plus amples questions de recherche, comme le polycentrisme du système-monde, les effets de barrière, la métropolisation, ou encore les réseaux urbains. Ce fut une façon de rester géographe dans un monde scientifique de plus en

---

<sup>1</sup> <https://halshs.archives-ouvertes.fr/FMR>

plus dilué et transversal, qui risquait de voir l'économie ou les mathématiques s'emparer totalement de l'espace.

Je présente en première partie l'évolution sémantique et cartographique caractérisant les travaux sur les flux maritimes depuis les années 1940, en géographie et dans d'autres disciplines. L'approche morphologique et descriptive des routes maritimes cède progressivement le pas au concept même de réseau maritime, qu'il soit envisagé sous l'angle des graphes ou des firmes. Or ces travaux pourtant très divers ont en commun de négliger l'apport de l'espace et du territoire à la compréhension des structures et dynamiques observées. En seconde partie, l'espace prime sur le réseau, dont il est le révélateur. Que l'on se situe d'emblée au niveau régional ou bien au niveau mondial, le réseau maritime n'est qu'un moyen parmi d'autres, mais un moyen original, de décrire l'évolution de l'espace géographique, de déceler des phénomènes particuliers à ce vecteur ou bien plus généraux et englobants. Enfin en troisième partie, l'approche par l'ancrage territorial vise à mesurer le degré d'interdépendance entre ce réseau maritime et les caractéristiques des lieux qu'il permet de connecter, soit à lui seul, soit de concert avec d'autres réseaux, questionnant par là la volatilité de la logistique contemporaine. De nouvelles pistes de recherche sont proposées en guise de conclusion.

## **Première partie**

**Le réseau maritime : au cœur du système-monde, en  
marge de la recherche**



# 1. Le réseau maritime : au cœur du système-monde, en marge de la recherche

« De l'eau, de l'eau de toutes parts,  
Et pas la moindre goutte à boire »  
Samuel Taylor Coleridge, *La plainte du  
vieux marin* (1797-1799)

## 1.1 Introduction : le maritime, goutte d'eau ou grain de sel ?

Il est communément admis, et relativement fréquent d'annoncer, qu'environ 90% du commerce mondial en volume est de nos jours transporté par voie maritime, même si la méthode de calcul d'un tel pourcentage reste mystérieuse et si les estimations varient d'une source à l'autre. Quel que soit le découpage considéré (Capdepuy, 2014), le système-monde est bel et bien un archipel de continents-îles principalement connectés par des navires, le reste des 10% étant soit aérien, soit terrestre (ex : Europe-Asie, Trans-Amérique, Afrique-Asie, oléoducs). Les 90% tombent à environ 70% en passant du volume à la valeur des biens transportés, eu égard à l'avantage du transport aérien pour les flux de plus grande valeur et de faible capacité (textiles, composants électroniques, pierres précieuses). Ces mêmes 90% peuvent également varier selon l'échelle d'analyse et le lieu considérés : la Corée du Sud et le Japon dépendent, pour des raisons politiques dans le premier cas et physiques dans le second (insularité), à 99% du transport maritime pour leur commerce international. Chaque pays peut ainsi être placé sur une échelle de valeur allant du tout continental au tout maritime (on parlera de puissances maritimes ou continentales en géopolitique), André Vigarié (1968) proposant de rapporter le tonnage de port en lourd de la flotte nationale au nombre d'habitants du pays pour le mesurer – l'essor des pavillons de complaisance aura tôt fait de rendre cette méthode caduque.

Quoiqu'il en soit, le transport maritime occupe une place de premier ordre dans l'économie mondiale et les échanges internationaux, à l'image des 70% d'eau occupant la surface de la Terre. Le littoral quant à lui occupe également une place déterminante dans le peuplement du monde. L'UNESCO estimait en 1998, année internationale de l'océan, à 60 le pourcentage de la population mondiale vivant à moins de 60 kilomètres des côtes<sup>2</sup>. Les Nations Unies vont jusqu'à prédire 80% sur une bande de 100 kilomètres. D'autres chiffres abondent chez les médias et les scientifiques, dans un contexte menaçant de hausse du niveau des océans : 30, 40, 50%... Le géographe Daniel Noin (1999) estimait plutôt aux alentours de 16% et 39% la part des populations totale et urbaine vivant sur les côtes. Ces éléments servent ici à rappeler de façon simple le poids du mode maritime dans le monde, que l'on retrouve par ailleurs reflété par l'imaginaire marin imprégnant la culture et l'histoire de nombreuses sociétés et donnant lieu à d'innombrables recherches sur la mer comme écosystème, ressource naturelle, et vecteur d'échanges divers. Chez les scientifiques, la mer a suscité l'émergence de sous-disciplines dédiées comme l'histoire, la géographie, l'économie et le droit maritimes, mais aussi l'architecture navale et la biologie marine, exercées et enseignées dans de nombreux pôles universitaires ou instituts spécialisés de par le monde.

---

<sup>2</sup> <http://www.unesco.org/bpi/fre/98iyo/coastal.htm>

Malgré cette importance économique, culturelle et scientifique, le transport maritime demeure bien moins analysé que les autres modes de transport, notamment sous l'angle particulier du réseau. On le verra, le concept de réseau maritime fait pâle figure dans la littérature scientifique sur les réseaux et le transport face au routier, au ferroviaire, et à l'aérien. Plusieurs causes à cet état de fait peuvent être énumérées. La lacune en question a tout d'abord trait à la nature même du mode maritime. L'espace maritime reste souvent considéré « vide d'hommes » (Frémont, 1996) ou comme un « territoire du vide » (Corbin, 2010) par opposition au « plein » des surfaces terrestres émergées et occupées : l'espace océanique « *devrait prendre la même importance que les réflexions terriennes mais ce n'est pas encore le cas (...) Au sein de la géographie française, la géographie de l'océan se trouve en marge* » (Parrain, 2012). L'absence de réseau d'infrastructure accentue le flou de la répartition des flux maritimes (White et Senior, 1983 ; Rodrigue et al., 2013). De nombreux ouvrages se contentent d'une cartographie faite de routes maritimes grossières et du tonnage des grands ports. Enfin le découpage du monde en continents, cadre de réflexion et d'analyse sur les aires culturelles et en de nombreux domaines scientifiques se surimpose aux interactions maritimes, tenues pour acquises et perçues comme étant à la marge, les mers et océans étant plus des frontières et obstacles que des interfaces (Lewis et Wigen, 1999). Une autre cause possible est liée à l'évolution du mode maritime. Trois tendances majeures marquent son évolution depuis les années 1950 : la capture de la plupart du trafic passager par le transport aérien, la baisse inexorable de son coût de transport, la mécanisation et le déplacement des activités portuaires modernes hors des espaces urbanisés. Le transport maritime devient une activité lointaine et peu lucrative aux yeux de la société actuelle.

Le monde de la recherche, et en particulier la géographie, semble avoir suivi la tendance. En témoigne mon analyse d'un corpus de 399 articles publiés sur les ports dans des revues internationales de géographie depuis 1950 (Ng et Ducruet, 2014). On pouvait observer un décalage croissant entre géographie maritime et géographie humaine jusqu'aux années 1970, puis une spécialisation accrue de la géographie maritime sur des questions pratiques, appliquées, si bien que l'on ne puisse plus vraiment distinguer ce qui différencie l'approche géographique de celle de l'économie ou des sciences de gestion. L'analyse des citations (Figure 1) montrait ainsi que ce corpus (*core port geography*) se référait de moins en moins aux articles et revues de géographie, pour se tourner de plus en plus vers de la géographie portuaire publiée hors revues de géographie (*extended port geography*) mais plus encore vers les revues spécialisées en transport, à dominante économique et opérationnelle. Dans la figure de droite (citations entrantes), ce corpus tend à se citer avant tout lui-même, et si le reste de la géographie s'y réfère dans des proportions non négligeables jusqu'aux années 1970, la baisse ultérieure souligne un relatif cloisonnement du rayonnement de ce corpus dans la sphère des transports et autres études spécialisées. La catégorie « other studies » renvoie quant à elle à des articles ne portant pas sur les ports publiés hors revues de géographie, tous domaines confondus, de l'économie à l'histoire en passant par le marketing ou l'aménagement. La tendance est double : un manque croissant d'intérêt des géographes pour les ports (et le transport maritime) et des géographes maritimistes pour la géographie<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> A cette cause générale il est vital d'ajouter le facteur « revue » qui peut aussi expliquer que les géographes, en se spécialisant davantage sur les ports (et le transport maritime), eussent préféré publier dans des revues elles-mêmes spécialisées en transports, pour accroître leur visibilité et diffuser auprès d'autres disciplines mais sur le même sujet, leur vision particulière de cette thématique. Dans tous les cas, une moindre ambition fondamentale démotivait les revues de géographie d'accepter des articles sur les ports, incitant les géographes maritimistes à

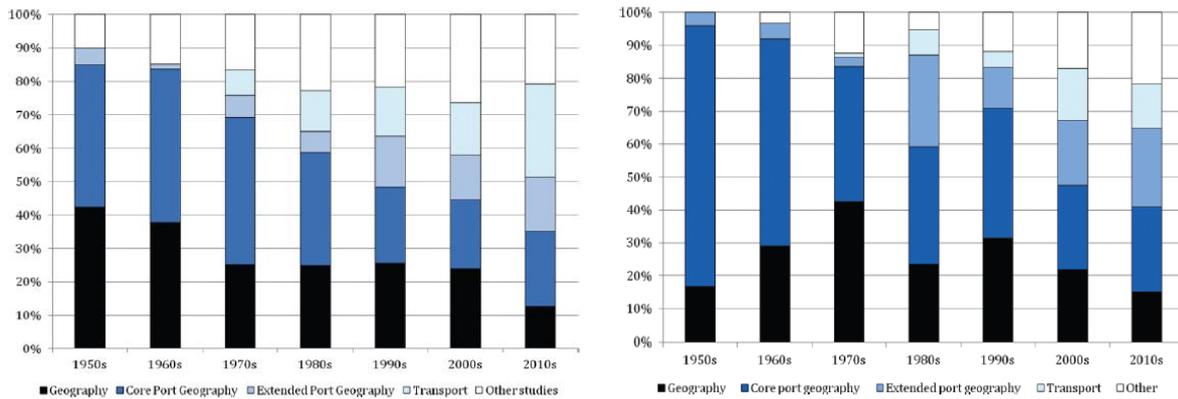


Figure 1 : Citations sortantes (gauche) et entrantes (droite) de la géographie portuaire anglophone, 1950-2012 (Ng et Ducruet, 2014).

En parallèle, l'approche par les flux et les réseaux, qui privilégie les modes terrestres dans les années 1960, perd du terrain dans les années 1970 (tournant behavioriste) et ne refait surface que dans les années 2000, l'application de la « nouvelle science des réseaux » au maritime restant plutôt tardive et minoritaire. En ceci la géographie maritime rejoint la géographie des transports, dont les liens avec la géographie urbaine et économique se sont distendus (Hall et al., 2006 ; Keeling, 2007 ; Shaw et Sidaway, 2011). Les géographes se tournent davantage vers la mobilité des personnes plutôt que des marchandises, vers les flux immatériels plutôt que matériels. On pourrait citer une quatrième cause, plus d'ordre pratique : les données détaillées sur les flux maritimes font souvent défaut, d'où la préférence aux données plus immédiatement mobilisables et extractibles sur un réseau routier donné par exemple, et la majorité des analyses de réseaux planaires en général. Pourtant les données maritimes et les cartographies liées existent de longue date, mais restent l'apanage de travaux isolés et dispersés, incompatibles tant leurs objets et méthodes diffèrent.

Cette première partie s'évertue donc à retracer de façon chronologique tout d'abord l'évolution du concept de réseau maritime, puis celle des analyses de données maritimes, pour conclure au manque cruel de travaux sur l'ancrage spatial du réseau maritime. Si le réseau maritime est par nature un « réseau spatial » (*spatial network*), au sens littéral d'un réseau inscrit et progressant dans un espace euclidien, l'application de la théorie des graphes ou des réseaux complexes au mode maritime a bien souvent privilégié l'espace topologique sur l'espace géographique. Ces efforts du ressort de l'analyse spatiale permirent de monter en généralité et de rendre comparable le maritime aux autres modes, d'extraire du graphe certaines propriétés structurelles. La volonté de plonger au cœur des stratégies d'acteurs économiques (les armateurs principalement) par d'autres chercheurs, plus appliqués, a eu pour effet de reléguer les flux physiques, et les méthodes permettant de les mesurer et de les visualiser, à l'arrière-plan, mais d'affiner la compréhension des mécanismes du fonctionnement et de l'évolution du réseau individuel d'une entreprise en particulier. L'approche par le graphe quant à elle agrège et superpose ensemble tous les flux des acteurs individuels en un macro-système général. Or les deux approches ont en commun de ne pas prendre en compte les qualités particulières des nœuds et espaces connectés ainsi que

---

viser des revues moins exigeantes en termes académiques, ou à publier plutôt des ouvrages ou manuels sur ce thème, non comptabilisés dans cette étude.

l'hétérogénéité de l'espace géographique dans lequel s'inscrivent ces flux, réseaux et stratégies. On peut d'ores et déjà soumettre l'hypothèse selon laquelle le macro-système simplifié (graphe), comme l'acteur économique, sont tous deux contraints dans la répartition et la croissance de leur réseau par les qualités intrinsèques de l'espace géographique, ce qui sera bien plus abordé dans les parties suivantes.

## 1.2 De la route au réseau : émergence tardive d'un concept pluriel

Cette première partie s'ouvre sur le constat indéniable d'une moindre production scientifique sur le transport maritime que sur les autres modes de transport, tant en France qu'à l'international. L'écart se creuse d'autant plus si l'on remplace « transport » par « réseau ». Là encore, un effort de clarification terminologique et conceptuelle s'impose, puisque le réseau maritime reste un terme polysémique, mal défini, et recouvrant à la fois le flux lui-même (route), l'acteur qui l'anime (armateur), l'abstraction par le graphe (topologie), avec une approche centrée tantôt sur le port (avant-pays, triptyque portuaire), tantôt englobante (système maritime, système de ports). Ce manque de lisibilité, qui peut surprendre vu l'ancienneté des circulations maritimes, peut s'expliquer par l'absence d'infrastructures physiques et l'extraterritorialité de ces flux, contrairement aux modes terrestres, plus proches des mobilités quotidiennes de nos sociétés.

### 1.2.1 Qu'est-ce qu'un réseau maritime ?

Au sens le plus courant, le réseau maritime est fait de flux de navires entre des ports, à l'instar de l'aérien. Sa spécificité est la localisation littorale des terminaux, d'où la nécessité pour le réseau de suivre les côtes et ainsi de rester prisonnier de l'espace océanique. Pourtant, le concept même de réseau maritime reste mal défini et finalement peu usité. Il suffit pour s'en rendre compte d'une recherche simple par mots-clés dans un moteur de recherche tel que *Google Scholar*<sup>4</sup> et fournissant les résultats du Tableau 1 ci-dessous. Les termes de « réseau maritime » et de « *maritime network* » ont les occurrences les plus faibles tous modes confondus et quelle que soit la langue, français ou anglais. Il existe même moins de publications sur le « transport maritime » que sur le « transport aérien » en langue française. En revanche, la faible occurrence de « *maritime network* » en anglais est compensée par les 2690 résultats de la recherche sur le terme de « *shipping network* », mais le score additionnel de 4100 reste en-deçà des 5340 obtenus pour le « *river network* ». Or les travaux sur le « transport maritime » ont un poids, en français, très proche de ceux sur le transport routier et aérien – mais ceci est loin d'être le cas en langue anglaise : même en additionnant « *sea transport* » et « *maritime transport* », le score final de 45100 reste bien inférieur aux scores de « *road transport* » et « *air transport* », même s'il dépasse « *river transport* ». Il semble inutile d'aller plus loin même s'il est possible d'imaginer une comparaison plus en profondeur avec d'autres langues ou à l'aide de mots-clés plus élaborés (ex : transport par voie d'eau, cabotage, flux) pour affiner les résultats de ce sondage quelque peu grossier, mais très révélateur d'une lacune de fond quant à la place du concept de réseau maritime dans la recherche sur les réseaux et en transport. La nature des publications en question (revue, ouvrage, thèse, mémoire...) ou encore le chiffrage de leur impact (articles dans revues internationales ou non etc.) ne ferait peut-être qu'accentuer la tendance observée.

---

<sup>4</sup> <https://scholar.google.fr>

Réseau	Français		Network	Anglais	
	Transport	Réseau		Transport	Network
Routier	11000	19800	Road	123000	294000
Aérien	13200	787	Air (airline)	217000	5340
Fluvial	3060	1750	River	12900	30400
Maritime	12200	<b>180</b>	Maritime (shipping)	33000	<b>1410</b>

Tableau 1 : Nombre de publications sur les réseaux maritimes (Google Scholar, 2015)

Avant d'en venir aux causes possibles, notons que d'autres chercheurs ont mis le doigt sur la faiblesse relative du concept de réseau maritime dans la recherche scientifique. C'est le cas d'Arnaud Lemarchand (2000) dans son rapport à la DATAR<sup>5</sup> sur la mesure de la valeur et des emplois dans les ports : « *la littérature sur les réseaux ignore dans son ensemble les places maritimes. Ce concept si fréquemment utilisé de réseau est assez peu emprunté par les acteurs du monde maritime et portuaire, malgré les références au précédent historique constituée par la Hanse<sup>6</sup>* ». Le réseau maritime, invisible, échappe au décideur terrestre de par le changement d'échelle qu'il implique par rapport aux « territoires » (Lemarchand, 2000), l'espace maritime est « vide d'hommes » (Frémont, 1996). Cependant nous verrons dans les parties suivantes que l'analyse de réseaux maritimes au sens strict a cependant énormément progressé depuis les années 2000.

Le concept de réseau maritime, de plus, s'applique à de multiples réalités : réseaux commerciaux et marchands en histoire maritime (voir par exemple Tartaron, 2013 sur les Mycéniens, ou encore Gipouloux, 2009 sur la Méditerranée et l'Asie orientale), télécommunications entre navires en mer en stratégie navale (*maritime tactical network*), réseaux d'alliances entre compagnies maritimes en économie maritime (Caschili et al., 2014), ensemble des ports inclus dans les services d'un armateur donné (Frémont, 2007), ou enfin les routes et flux maritimes eux-mêmes dessinés par la superposition des circulations. Dans tous les cas le réseau maritime n'est pas bien défini dans l'espace contrairement aux réseaux terrestres, d'où une « vague répartition » due à l'absence d'infrastructures physiques autres que les ports (Rodrigue et al., 2013). Certains auteurs proposèrent ainsi de redéfinir le réseau maritime comme un lien fixe par la mise bout-à-bout des navires le long des routes empruntées (Baird, 2010), afin de permettre son analyse dans la continuité du réseau routier.

### 1.2.2 De l'avant-pays maritime aux systèmes de ports

D'autres concepts en géographie ont pu servir à désigner les réseaux maritimes, collant plus ou moins à l'idée du maillage de l'espace océanique par la circulation des navires. C'est le cas par exemple du concept de « système » mentionné par le géographe britannique James Bird (1984) : « *le système ultime de transport maritime procède d'une véritable liberté des mers par laquelle tout nœud portuaire peut en théorie se connecter à tous les autres* ». On rejoint par là le concept de « *global transport system* » utilisé par Brian Slack (1993) dans son analyse des stratégies mondiales des acteurs du transport, le port n'étant plus aux commandes mais bien

<sup>5</sup> Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale (DATAR). Le mot action est désormais remplacé par attractivité, [www.datar.gouv.fr](http://www.datar.gouv.fr)

<sup>6</sup> La Hanse ou Ligue Hanséatique, groupe de villes scandinaves du 12<sup>ème</sup> au 17<sup>ème</sup> siècle, constitue notamment une référence centrale dans la politique de « réseaux de villes » de la DATAR dans son document officiel de 1991.

l'armateur, qui sélectionne les ports les mieux équipés et les mieux placés pour servir ses intérêts. Un autre exemple est le concept de « *port system* », repris dans de nombreux travaux et qui suggère la mise en relation des ports (par le transport maritime), bien que « *dans leur préoccupation du développement des communications terrestres, les auteurs ont négligé celui de l'espace maritime* » (Rimmer, 2007). Le modèle spatial du système portuaire était dès l'origine (Taaffe et al., 1963) destiné à valider, à partir des cas du Ghana et du Nigéria, la concentration parallèle des ports et des corridors terrestres de transport en un centre littoral principal. Repris et adapté maintes fois par la suite, les applications empiriques de ce modèle ont surtout consisté à mesurer la concentration de trafic entre les ports d'un pays donné ou d'une façade maritime, à partir de leur activité individuelle et donc sans rendre compte des flux *entre* ces ports, et ce malgré la dénonciation pourtant précoce de cette lacune par Rimmer (1967), qui avait, lui, proposé une variante intégrant le schéma des flux maritimes en complément des routes terrestres. D'autres modèles spatiaux comme celui de James Vance (1970) sur le système de peuplement de la métropole et de sa colonie ne faisaient figurer les liens maritimes que de façon grossière. Enfin, ce concept de « *port system* » sert à décrire d'autres réalités à différentes échelles, comme la région ou façade maritime, sans qu'un accord soit trouvé sur son sens précis.

L'arrière-pays et le port ont ainsi dominé la géographie maritime et portuaire, reléguant les réseaux maritimes à une place mineure, tenue pour acquise, même dans les travaux par ailleurs innovants d'André Vigarié (1964) sur la façade maritime (ou rangée) nord-européenne ou de Jean Gottmann (1961) sur la mégalopole nord-américaine. L'arrière-pays, bien que difficile à délimiter et cartographier à cause du manque de données précises sur les flux portuaires terrestres (voir Guerrero, 2010 et 2014), reste plus tangible que le réseau maritime et résonne de manière plus familière aux oreilles des aménageurs et planificateurs. Cette posture peut se comprendre étant donnée la corrélation longtemps jugée étroite entre arrière-pays, port, et « avant-pays ». D'après cette conception le réseau maritime ne serait que le prolongement de l'activité terrestre et le reflet des flux commerciaux avec les partenaires situés outre-mer. Il n'y aurait ainsi pas d'intérêt à étudier le réseau maritime en tant que tel puisqu'il rapproche les parties terrestres du globe et « comble le vide » et la distance de façon indifférenciée. Pourtant, deux écoles ont existé dès les années 1950, l'une néerlandaise préoccupée par l'arrière-pays et l'autre, française, plutôt par l'avant-pays : l'étendue des connexions maritimes d'un port ou d'un pays (Weigend, 1956). Très active dans les années 1960 et 1970, la recherche sur les avant-pays a connu un franc déclin depuis lors, jusqu'aux travaux de Jacques Marcadon (1988) sur la France. Ce dernier analysa des données statistiques sur les lignes régulières sur la base d'un découpage du monde en 13 régions d'avant-pays, auxquels il appliqua un indice de spécialisation, une analyse factorielle et une classification, mais sans représenter graphiquement les flux maritimes eux-mêmes. Bien plus tard, Wang et Ng (2011) examinèrent en quoi la Chine se partage entre plusieurs influences océaniques, discutant au passage la possibilité pour certains ports secondaires de diversifier leur fonction et leur avant-pays pour rivaliser avec les *hubs* principaux.

La plupart du temps, ces connexions maritimes furent envisagées non pas comme un réseau, mais par la mise à plat de la répartition géographique des flux connectant un seul port à d'autres localisations via le transport maritime, une sorte d'*ego network* plus ou moins spécialisé et en évolution. L'analyse du corpus de géographie portuaire précité (Ng et Ducruet, 2014) a permis de chiffrer ce décalage : seulement sept d'entre eux mentionnaient

« *foreland* » (avant-pays) dans leur titre, contre 29 pour « *hinterland* » (arrière-pays). Par ailleurs sur les 12 articles utilisant le concept de réseau, seulement cinq portaient sur le réseau maritime proprement dit, les autres s'intéressaient plutôt au transport fluvial et à ... l'arrière-pays. Le concept de « triptyque portuaire » proposé par André Vigarié (1979) visait à raccorder les deux espaces terrestres et maritimes via le port en un ensemble systémique, mais la conteneurisation eu pour effet de remettre en question l'adéquation terre-mer de par la plus grande volatilité des flux et les stratégies nouvelles intermodales des grandes compagnies de transport (Dubreuil, 2005).

L'émergence de nouveaux concepts a accentué cette tendance à l'effacement du maritime au profit du terrestre et même de l'immatériel. C'est par exemple le cas des concepts de *logistics chain*, *supply chain*, *commodity chain*, *value chain*, *transport chain*, et *global production network*. Une revue de cette littérature couvrant les travaux d'auteurs anglo-saxons tels que Gereffi et Korzeniewicz (1994) ainsi que Coe et al. (2004) a pu montrer que les ports n'avaient pas leur place, ou de très loin, dans ces nouveaux champs d'analyse (Jacobs et al., 2010), le réseau maritime étant un élément constitutif important de la « chaîne » mais toujours non considéré en lui-même. Les travaux sur les « *World City Networks* » comme ceux du réseau *Globalisation and World Cities (GaWC)*<sup>7</sup> ont plutôt jeté leur dévolu sur les flux immatériels entre les villes du monde, liens créés par les localisations des entreprises multinationales, entre siège social et établissements (Taylor, 2004 ; voir aussi Rozenblat, 2015). Les spécialistes des ports et du transport maritime eux-mêmes n'ont fini par considérer le réseau maritime que comme l'un des éléments d'une chaîne de valeur multimodale (Robinson, 2002), les grands armateurs investissant de plus en plus la manutention portuaire et la logistique continentale, au sein d'une concurrence avant tout terrestre : « la bataille se gagne à terre » devient le nouveau paradigme. Ce qui comptait avant tout, c'était de s'arrimer à des ports « secs » (*dry ports*) ou intérieurs pour renforcer son attractivité et élargir son aire de marché (Van Klink, 1998 ; Notteboom et Rodrigue, 2005).

Le décalage devint alors d'autant plus énorme entre transport maritime et autres modes de transport, qui, depuis la « révolution quantitative » des années 1960, n'ont eu de cesse d'être examinés au prisme de la théorie des graphes. Une autre synthèse volumineuse de la littérature scientifique sur les réseaux en géographie et sciences de la nature (Ducruet et Beauguitte, 2014) rappelait à juste titre que les réseaux en géographie ont d'abord été des réseaux de transport, mais avant tout et très longtemps terrestres et planaires (en théorie des graphes, un réseau planaire ne permet pas d'intersection des arêtes sans obtenir un sommet), à de rares exceptions comme les flux de télécommunications ou téléphoniques (Nystuen et Dacey, 1961 ; Rochefort, 1960), avant que n'apparaissent les premières analyses de graphes non-planaires, comme celles dans les années 1990 des firmes multinationales (Rozenblat et Pumain, 1993) et des flux aériens (Cattan, 1995a, 1995b). Nous verrons ci-dessous en quoi la « nouvelle science des réseaux », à partir de la fin des années 1990, a finalement changé la donne. Le vocabulaire propre au transport maritime s'accorde pourtant bien à son analyse sous l'angle des réseaux : le géographe français René Perpillon (1959) considérait les ports comme faisant partie d'une « constellation », André Vigarié (1968) comparait les routes maritimes à des « artères » distribuant la vie dans le monde au même titre que les rues dans une ville.

---

<sup>7</sup> <http://www.lboro.ac.uk/gawc/>

D'autres termes comme ligne, boucle, chemin, hub, cycle rappellent à bien des égards la théorie des graphes. De nombreux travaux ont analysé la mise en place de « *hubs* » portuaires et leurs caractéristiques en termes de centralité et d'intermédiation (*intermediacy*) (Fleming et Hayuth, 1994), s'intéressant aux facteurs de sélection de ces nœuds par les compagnies maritimes mais plus sous l'angle de la performance technique de ses infrastructures ou de son accessibilité aux marchés continentaux que d'un point de vue maritime *stricto sensu*, à tel point « *qu'un indice de connectivité existe pour les aéroports (...) mais pas pour les ports* » (De Langen et al., 2007). Pourtant il fut bien remarqué que « *la structure des réseaux [maritimes] évolue au cours du temps [et ainsi] la position des ports comme nœuds de ce réseau change aussi dans le temps (...) comprendre ces changements est crucial pour l'analyse de la position concurrentielle et de la croissance des ports* » (De Langen et al., 2002). La conceptualisation du transport maritime comme réseau est ainsi présente dans de nombreux travaux sur la sécurité maritime (Angeloudis et al., 2007), la recherche opérationnelle sur le routage des navires (Christiansen et al., 2013 ; Windeck, 2013) mais sans vérification empirique de la teneur ou structure du réseau en tant que tel. Les économistes maritimes utilisent également le concept de réseau sans l'illustrer par une visualisation ou une mesure particulière (voir Zwier et al., 1994 ; Brooks et al., 2002 ; Leggate et al., 2004 ; Stopford, 2008). Recherche opérationnelle et économie concentrent davantage leurs efforts sur l'optimalité des services maritimes en termes de coûts et de bénéfices pour les compagnies maritimes. Or des visualisations existent depuis longtemps à partir de données maritimes et de points de vue extrêmement diverses, que nous présentons brièvement avant d'aborder les études plus récentes sur les réseaux maritimes eux-mêmes.

### **1.3 Routes maritimes sans réseau : la morphologie des flux**

La différence fondamentale entre l'approche par la morphologie des flux et celle par le réseau tient en ce que la première, contrairement à la seconde, ne s'intéresse pas a priori à la hiérarchie des nœuds portuaires, ni à la qualité de la circulation permise par ces flux (cf. connectivité), ni aux logiques d'acteurs gouvernant ces flux. L'approche morphologique est plus englobante, motivée qu'elle est par la connaissance précise de la répartition des navires. Son objectif est double : pédagogique, pour éclairer l'utilisation humaine des océans, applicatif, pour fournir des outils d'aide à la décision en matière d'impact environnemental et de sécurité de la navigation. Si les progrès en matière de données maritimes et de visualisation peuvent servir à la fois l'approche morphologique et l'approche réticulaire, les deux domaines restent clairement distincts, produire une carte de flux ne suffisant pas à parler de réseau maritime. Avant d'aborder les réseaux maritimes proprement dit, il est cependant fondamental de rappeler l'évolution contemporaine de la visualisation des flux.

#### **1.3.1 La lente évolution des cartes de flux**

Bien avant l'analyse du transport maritime comme réseau, les flux maritimes ont fait l'objet de multiples représentations graphiques au cours du siècle passé, avec des avancées et des reculs. Ce passage en revue ne saurait être exhaustif, ainsi il propose une sélection de travaux sur la base de leur originalité et complémentarité, avec comme sous-entendu que le manque de données statistiques ne suffit pas à expliquer la rareté et le caractère tardif des analyses de réseau maritime en géographie et ailleurs. Notons toutefois qu'encore très récemment, l'on déplorait en géophysique un « *manque de connaissances sur la répartition précise des*

*navires sur le globe (...) la densité des navires et son évolution temporelle pour des raisons économiques ou autres* » (Tournadre, 2014). A l'instar d'Arnaud Lemarchand (2000), Philip Steinberg (2015) qualifiait « d'impossible » la représentation des mobilités maritimes de marchandises, en rapport avec la boîte noire du conteneur et l'ère capitaliste. Sa revue historique des cartes marines montre bien le décalage entre terre et mer malgré l'évolution technique et culturelle de la cartographie, des monstres marins aux projections cartographiques modernes, mais sans donner aucun exemple récent de traitement graphique de données maritimes, qui ont pourtant connu une révolution avec les données d'observation des navires en temps réel AIS radar (*Automated Identification System*) et satellitaires, dont nous parlons plus loin.

En anthropologie, archéologie et linguistique, l'absence de données sur la navigation maritime est un problème bien connu. Celui-ci a pu être contourné par le recours aux distances nautiques et à l'appréciation plus qualitative des distances perçues, afin d'étudier la diffusion des langues en Australasie (Coupé et Hombert, 2005) ou encore les migrations caribéennes (Friedman et al., 2009) aux temps primitifs. En géographie, des cartes de flux maritimes d'une grande précision furent produites relativement tôt, comme celle des « émigrants du globe » sur les flux de passagers réalisée en 1862 par C.J. Minard (voir Bahoken, 2016) ou plus tard celle d'André Siegfried (1940) montrant la répartition géographique des navires britanniques dans le monde en 1937 et commentée avec éloge par Maurice Zimmermann (1940) : « *l'aspect en est vraiment saisissant, ces points constituent des traînées qui soulignent merveilleusement la direction et l'importance des diverses [routes] maritimes mondiales* » (Figure 2). Ce n'est qu'en 2003 que des cartes de même nature, qualité et précision que celle de Siegfried seront alors proposées par une équipe internationale dans le cadre du projet *Climatological Database for the World's Oceans (CLIWOC)*<sup>8</sup> sur la base de *ship logs* ou carnets de bord fournissant la position de navires britanniques, français, espagnols et néerlandais sur le globe (Figure 3) ainsi qu'un rapport régulier sur les conditions climatiques permettant de reconstituer le changement climatique aux 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles (voir Garcia-Herrera et al., 2005). Entre ces deux cartes, un grand vide s'installe et perdure à de rares exceptions. Peu après Siegfried, c'est au tour du géographe américain Edward Ullman (1949) de proposer une cartographie des flux de commerce maritime étatsunien dans le monde dont l'ambition serait de s'étendre aux autres pays pour *in fine* permettre de « *prendre le pouls et mesurer le mouvement du monde* » (Figure 4). Son appel fit peu d'émules à ce niveau d'analyse eu égard à la majorité de monographies d'avant-pays maritimes que l'on trouve dans la littérature géographique des années 1950-1960 comme évoqué précédemment. De son côté, Jacques Bertin (1973) s'intéressa aux flux maritimes de blé en Europe (Figure 5), insistant sur l'influence de la sémiologie graphique sur l'interprétation des cartes : « *Il ne suffit pas de tracer les itinéraires réellement parcourus pour représenter un système de relation. Une carte des routes maritimes, même pondérée, ne montre pas l'orientation commerciale des centres d'activité. Elle montre la densité des bateaux en mer. Les relations maritimes marchandes entre les villes de l'Europe et de la Méditerranée n'apparaissent seulement dans leur diversité, leur poids et leur orientation géographique que lorsque chaque relation, bien que maritime, est représentée par une droite* » (cité par Bahoken, 2016). En ceci Jacques Bertin préconisait de faire appel au graphe plutôt qu'au flux.

---

<sup>8</sup> <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/cliwoc/>

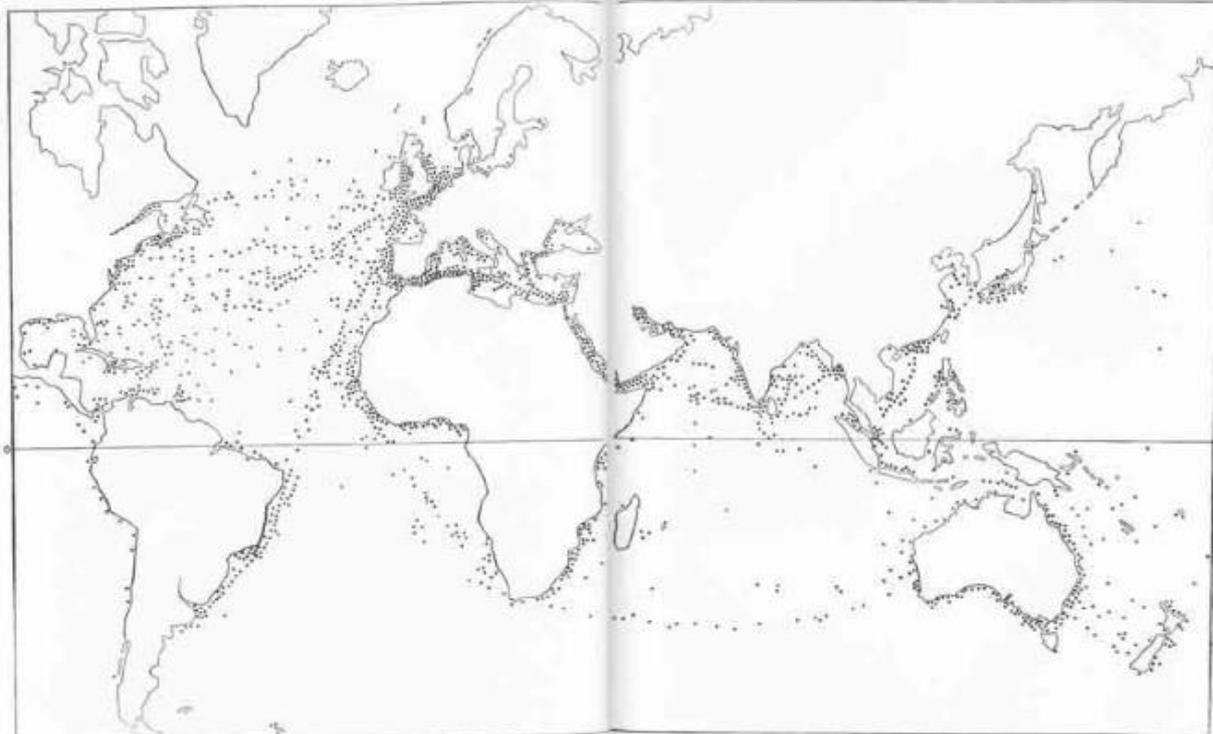


Figure 2 : Trafic des navires britanniques en 1937 (Siegfried, 1940)

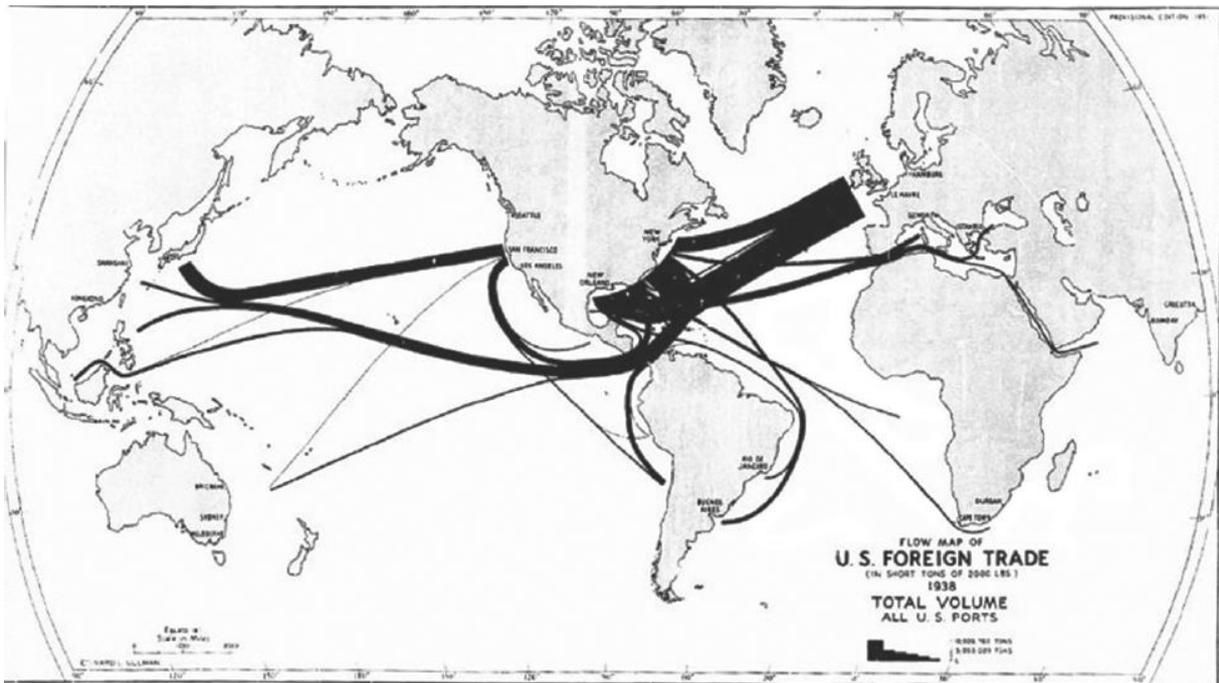


Figure 3 : Cartographie du commerce maritime étatsunien en 1938 (Ullman, 1949)

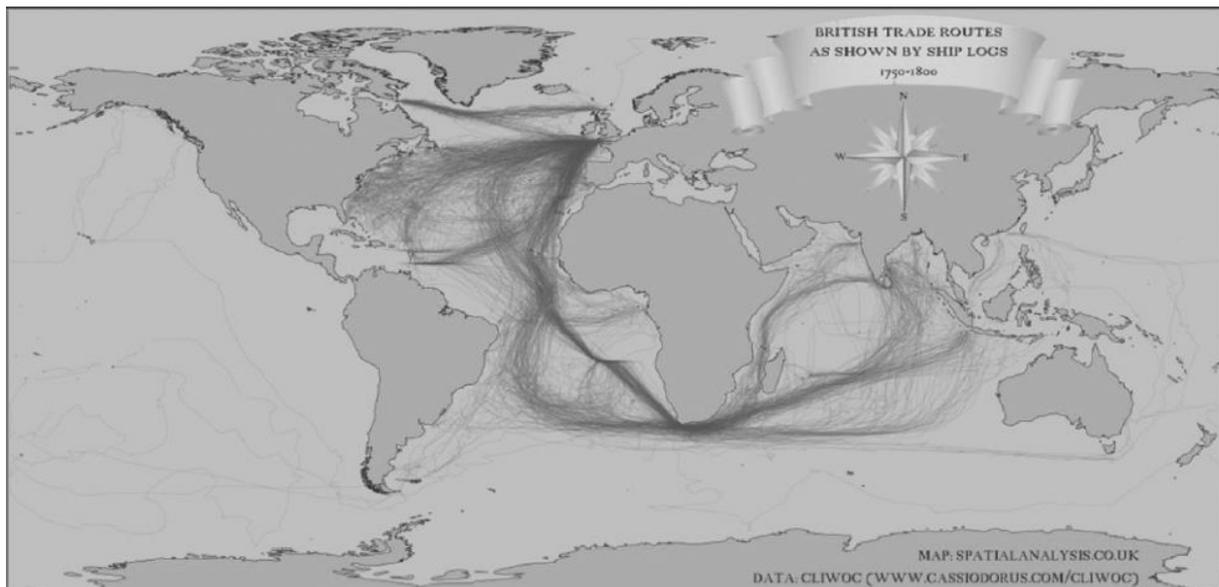


Figure 4 : Routes empruntées par les navires britanniques, 1750-1800 (Cheshire, 2012)

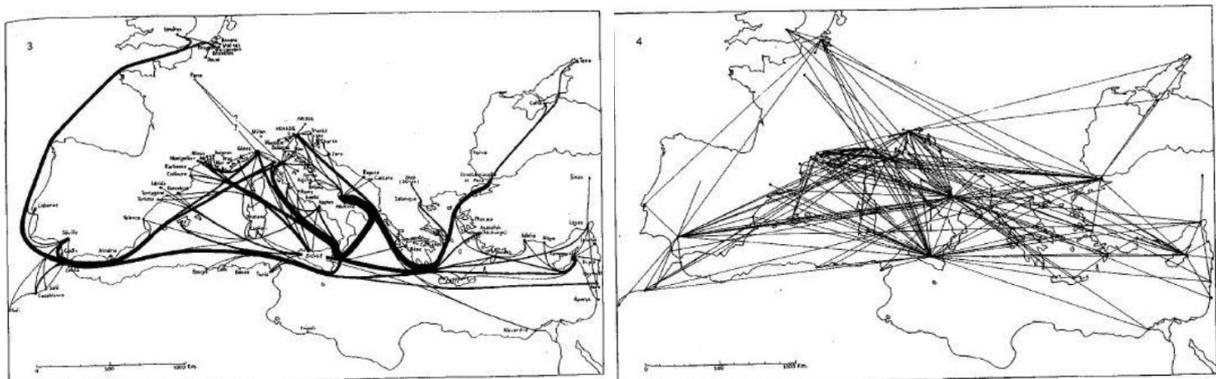


Figure 5 : Flux maritimes de blé en Europe, seconde moitié du 20<sup>ème</sup> siècle (Bertin, 1973)

Il faut attendre le milieu des années 1970 pour que la cartographie des flux maritimes mondiaux devienne plus systématique, en partie grâce aux progrès de l'informatique. Mais le graphisme reste peu esthétique, comme celui du carroyage proposé par deux études de bureaux d'étude américains (McKenzie, 1975 ; Solomon et al., 1978) à partir de données sur les mouvements de navires (Figure 6). Chaque carré contient le nombre de mouvements de navires au lieu d'une sémiologie en niveaux de gris pourtant attendue, rendant la lecture des cartes et donc des routes et des flux pour le peu difficile. Les efforts qui suivent se bornent à des représentations grossières de volumes en tonnage entre continents ou grandes régions du monde, dans la tradition de l'ouvrage d'Alexanderson et Nordstrom (1963), comme celui de Fossey et Pearson (1983), l'article de van den Bremen et de Jong (1986) sur les données des Nations Unies n'ayant jamais pu être identifiées<sup>9</sup>, ou encore sur les routes mondiales du pétrole (Rodrigue, 2004).

<sup>9</sup> La source mentionnée « UN, Commodity Trade (by Sea) Statistics, Statistical Papers Series D » reste inconnue des Nations Unies à ce jour malgré nos demandes répétées.

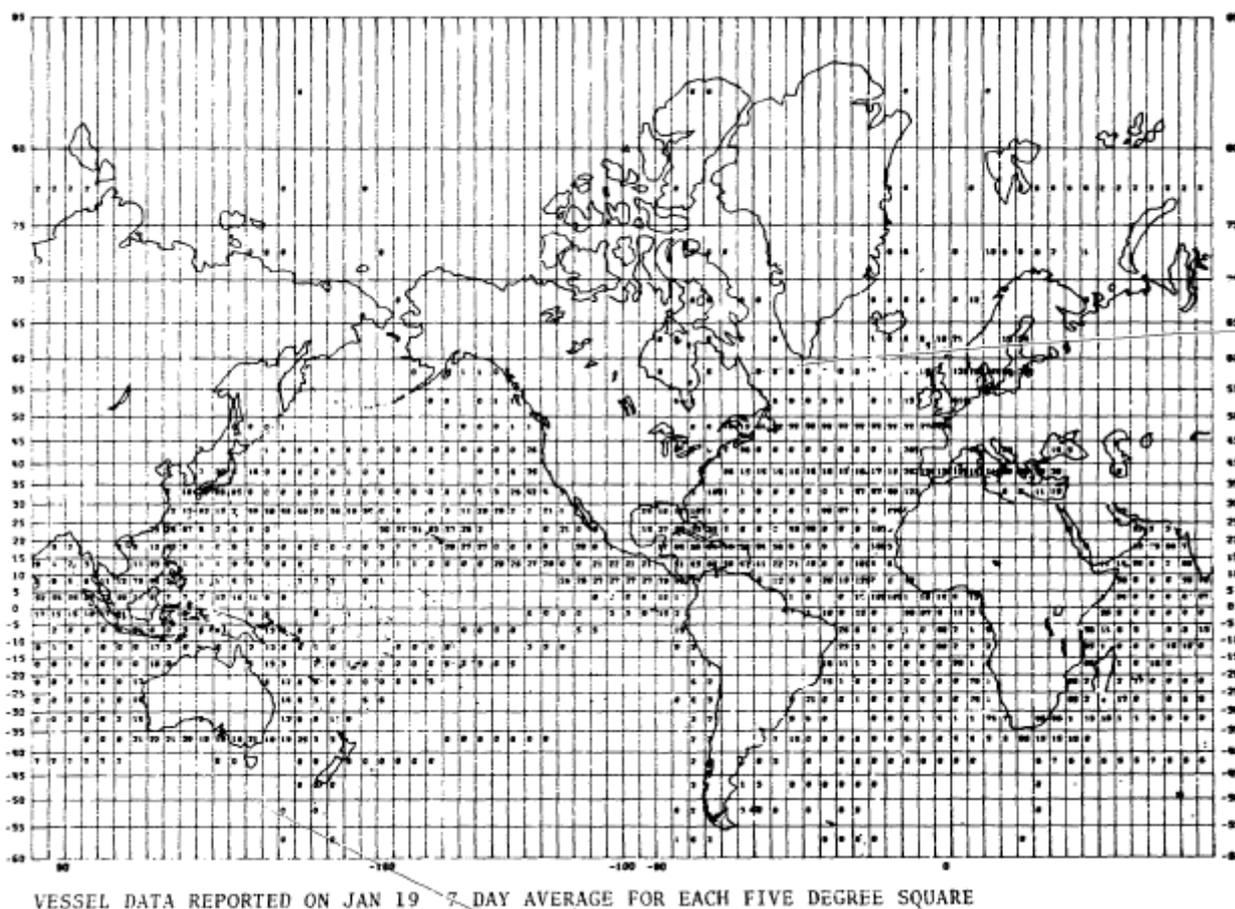


Figure 6 : Densité de trafic maritime dans le monde (McKenzie, 1975)

### 1.3.2 Un gain de précision à l'ère numérique

Bien des progrès ont été faits depuis les années 2000 en termes de visualisation et cartographie des flux maritimes. Les thèmes abordés sont très divers, de l'analyse géospatiale de la piraterie maritime (Leymarie et al., 2014) à la modélisation de routes maritimes optimales pour la prévention de la pollution (Höglund et Meier, 2012), en passant par la cartographie des impacts environnementaux sur l'écosystème maritime planétaire (Halpern et al., 2008), dans ce dernier cas par des représentations d'un gradient de densité (Figure 7). Dans ce registre ont été fournies les plus élégantes représentations graphiques de flux maritimes, sur la période récente et à différentes échelles, à partir de données radar ou satellitales pour déterminer l'impact environnemental du transport maritime ou simplement la densité d'occupation des navires sur le globe (Leonardi et Browne, 2010 ; Eyring et al., 2010 ; Vettor et Guedes-Soares, 2015 ; Tournadre, 2014) (Figure 8). Ces progrès dans la représentation des flux maritimes ont permis de fournir des visualisations saisissantes de l'emprise géographique du transport maritime, notamment au niveau mondial. Or bien que les sources, méthodes, et objectifs soient très variés, leur point commun est de ne pas vraiment mentionner les acteurs de ces flux, les territoires connectés par ces flux, et la dimension réticulaire des motifs émergents.

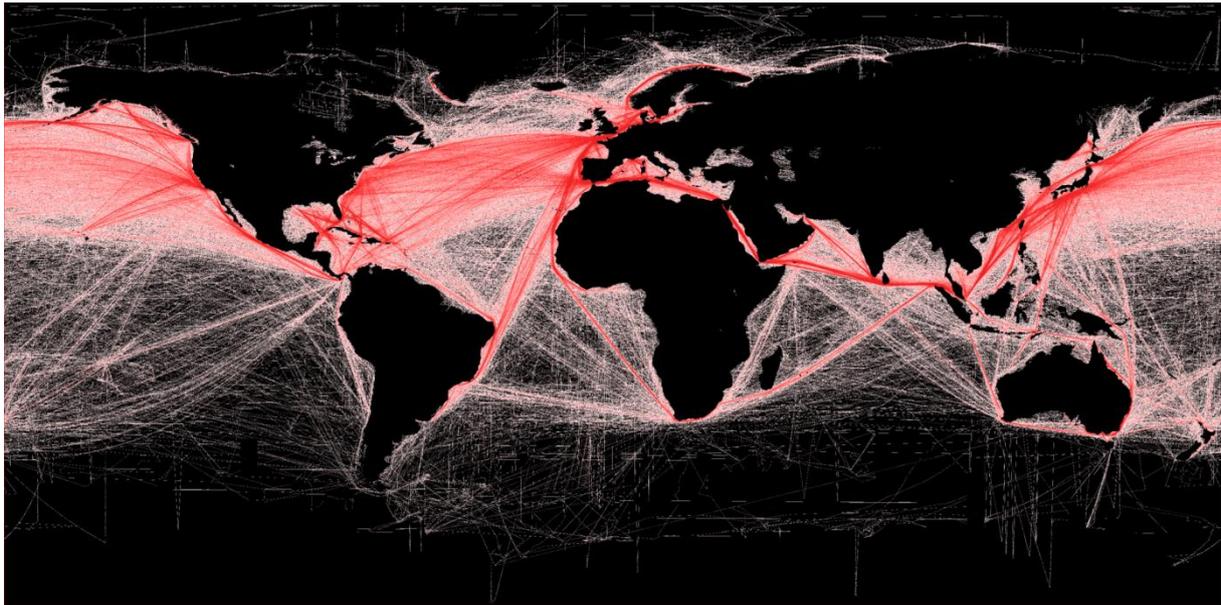


Figure 7 : Densité de navigation commerciale (Halpern et al., 2008)

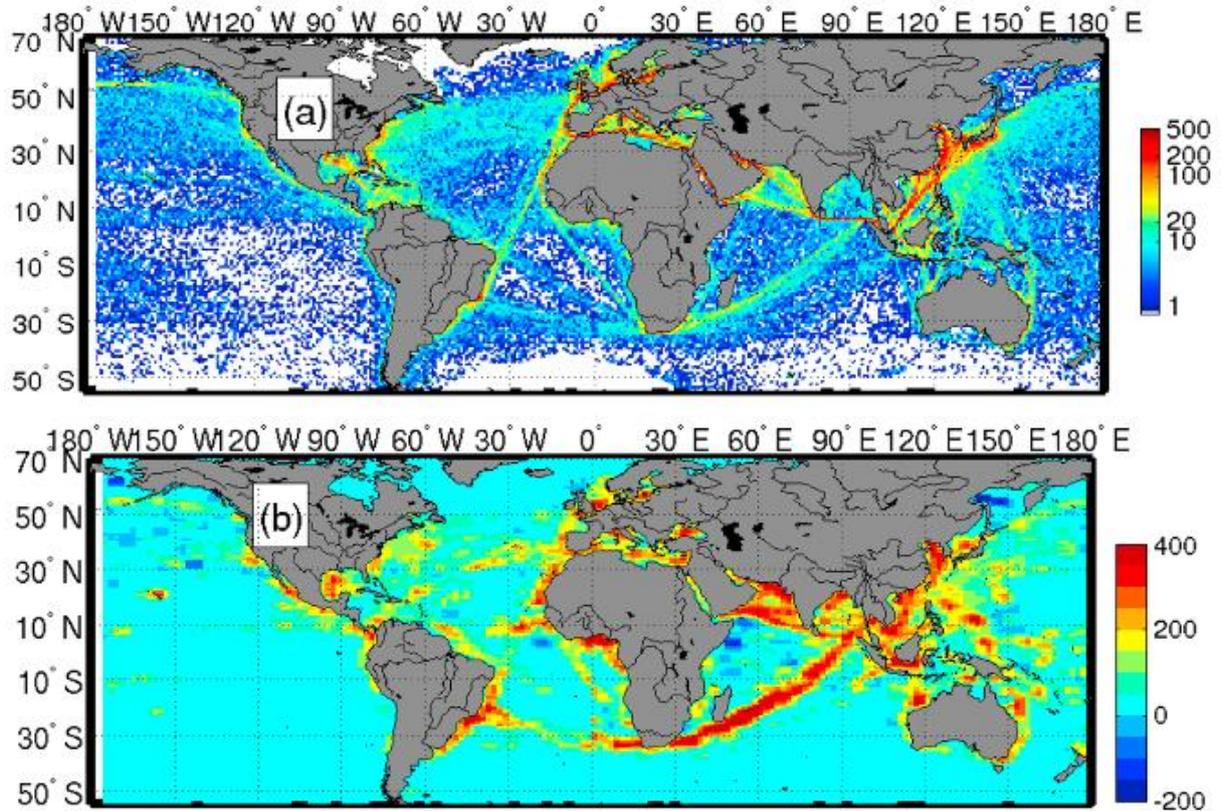


Figure 8 : Répartition de densité 1992-2012 (a) et variation de densité 1992-2002/2003-2012 (b) de navires détectés par satellite (Tournadre, 2014).

L'originalité de ces travaux, outre la dimension graphique, est de lier le monde maritime aux préoccupations sociétales actuelles, qu'elles portent sur la sécurité ou l'environnement. L'acteur ou le réseau maritimes restent en toile de fond, les résultats s'adressant plutôt aux grandes instances de décision et de gouvernance nationales et internationales ayant le potentiel d'agir pour éventuellement renverser la tendance observée. Enfin, le flux maritime

reste indifférencié eu égard à la nature concrète des cargaisons, tous les navires étant mêlés dans l'analyse. La valeur de ces cartographies englobantes est ainsi d'être bien plus pédagogique que les travaux menés en parallèle sur les acteurs et les réseaux maritimes, ces derniers étant plus soucieux de rentrer « dans le flux » et d'expliquer ses mécanismes spécifiques.

Des analyses complémentaires furent proposées au niveau local, toujours à partir de données radar (Le Guyader et al., 2014) (Figure 9), comme aide à la navigation et à l'accostage, à la planification des circulations à l'entrée d'un port de commerce, la gestion des côtes. D'autres possibilités permises par l'analyse fine de ces flux furent explorées, comme la définition de couloirs (ou trajectoires) maritimes et l'analyse des comportements « déviants » (Etienne et al., 2015), en lien avec les questions plus générales de déplacement d'objets mobiles sur un espace support fixe (Buard et al., 2015). Si ces applications relèvent de l'ingénierie de trafic et ont une dimension plutôt technique, elles rejoignent des préoccupations plus vastes d'ordre sécuritaire voire militaire.

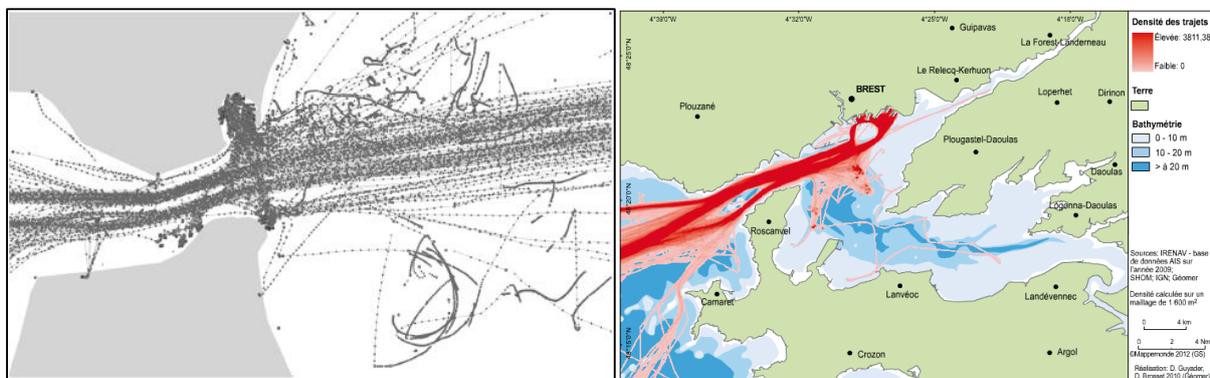


Figure 9 : Trajectoires de 112266 positions de navires dans le détroit de Gibraltar en 2012 (gauche, Etienne et al., 2015) et densité des trajectoires des navires de charge en 2009 dans la rade de Brest (droite, Le Guyader et al., 2014).

#### 1.4 Réseaux maritimes sans espace : de la topologie à l'armateur

L'émergence de l'analyse de réseau maritime fut tardive, malgré l'existence de travaux précurseurs oubliés. Cette différence majeure entre transport maritime et autres modes de transport finit par s'estomper dans les années 2000 de par la recrudescence des travaux empiriques sur les réseaux maritimes. En revanche, la spatialité des réseaux maritimes reste, comme pour bien d'autres réseaux en géographie et ailleurs, rarement abordée de front ou tenue pour acquise. En d'autres termes, l'approche par la topologie (graphe) et par la stratégie économique (armateur) ont finalement en commun de laisser une place somme toute secondaire à l'espace géographique et aux territoires.

Au niveau des recherches sur l'espace topologique, on oublie souvent le sous-titre d'un des ouvrages fondateurs de l'analyse des réseaux en géographie, celui de Karel Kinsky (1963), sur la structure des réseaux de transport : « *les relations entre la géométrie du réseau et les caractéristiques régionales* ». Or le fait de n'analyser que des graphes planaires (réseaux

routiers, ferroviaires, viaires), qui sont *de facto* spatiaux et dont la visualisation épouse la forme de l'espace support, pouvait donner l'illusion que ces caractéristiques régionales étaient naturellement incluses dans le graphe et donc inséparables de sa topologie : la structure « résume » le territoire comme l'action du planificateur. L'autre ouvrage fondateur de Haggett et Chorley (1969) proposait ainsi une classification des réseaux, avec d'un côté les réseaux planaires, catégorie se déclinant en une multitude de sous-types (chemins, arbres, circuits, cellules, etc.), et de l'autre les réseaux non-planaires, catégorie ... vide. Or les réseaux maritimes, si l'on s'en tient à leur définition la plus communément admise (les liens sont définis par les flux de navires entre les ports, qui sont les nœuds), ne sont pas des réseaux planaires. L'infrastructure qui sous-tend les flux de navires est la mer elle-même, aménagée par l'homme qu'au niveau des nœuds (ports) pour maintenir l'accessibilité terre-mer. On ne peut donc pas aborder le réseau maritime de la même façon que le réseau routier. Dans cet espace océanique parcouru de navires dessinant des lignes mais aussi des représentations aréolaires qui le territorialisent et donc l'humanisent au-delà des aspects purement juridiques (Parrain, 2010), la structure du réseau ne peut qu'indirectement refléter les caractéristiques régionales des espaces terrestres connectés si l'on se contente du graphe.

L'intérêt premier de l'application de la théorie des graphes au réseau maritime était malgré tout de fournir de nouveaux indicateurs au niveau local des nœuds (ports), et par-là d'aborder différemment la hiérarchie portuaire, auparavant considérée uniquement sous l'angle du tonnage. D'autre part, l'approche par le graphe était la seule façon de faire le lien avec les champs méthodologiques concernés et de tenter un renouvellement du champ thématique (géographie maritime et portuaire) dans lequel les travaux quantitatifs n'étaient que très rares. Une simplification de la réalité s'imposait toutefois : on pouvait se demander si un graphe constitué de segments interportuaires avait réellement un sens. Le graphe ainsi obtenu restait une abstraction, un objet binaire et statique par la fixation du mouvement, l'agrégation et la mise à plat de logiques d'acteurs pourtant différenciées. Mais cela nous amène à l'observation faite par Maximilien Danisch et al. (2014) sur le terme de « *global shipping network* » dans leur analyse sémantique, qui « *donne un mauvais classement (...) car il est périphérique à la communauté 'graph theory', voire en dehors* ». Les auteurs concluent même que le terme aurait dû être exclu de l'analyse afin d'atténuer le « bruit » généré. La raison est simple : la plupart des travaux sur les réseaux maritimes ou « *shipping / maritime networks* », et l'on y reviendra, ne font pas référence à la théorie des graphes ou à la « science des réseaux » au sens large. L'utilisation du concept de réseau par les spécialistes du transport maritime porte ainsi sur son sens commun, banal, déconnecté de toute méthodologie spécialisée stricto sensu : l'analyse des stratégies semble incompatible avec l'analyse du graphe. La recrudescence des analyses topologiques et statistiques de réseaux maritimes depuis l'avènement des sciences de la complexité n'a fait que renforcer la dimension relativement abstraite du réseau, la motivation première des physiciens et informaticiens étant plutôt de tester des modèles statistiques en piochant des exemples concrets dans le « monde réel ».

Le réseau maritime envisagé sous l'angle des réseaux d'entreprises est l'autre pendant de ces réseaux sans espace. L'objectif premier des travaux sur les compagnies maritimes (armateurs) est de rendre compte des « transformations organisationnelles » (Slack et Frémont, 2009) du secteur en plongeant au cœur de l'entreprise. Les armateurs sont abordés sous différents angles : adoption des innovations technologiques, comme la conteneurisation, structure

interne (ex : familiale, grand groupe), alliances, intégration verticale, et parts de marché. Géographes, économistes, et spécialistes des sciences de gestion ont chacun leur approche de ces questions, les premiers s'intéressant plus aux logiques géographiques, mais toujours avec l'entreprise au premier plan. L'espace géographique, les territoires et les flux sont l'un des éléments servant à expliquer le comportement et la stratégie de l'acteur, non les objets de l'analyse. Le réseau des flux découle des stratégies armateuriales. Un tel raisonnement s'explique par la rapidité de l'évolution technologique et de la libéralisation du secteur qui en se combinant ont produit de grands groupes (notamment dans le segment conteneurisé) concentrant à eux seuls l'essentiel de la flotte et du trafic mondiaux. La foi en la toute-puissance de ces acteurs a conduit à considérer le réseau maritime comme l'expression d'une dynamique économique se surimposant aux ports et aux Etats.

Il était vital pour la géographie maritime et portuaire d'intégrer ces changements de grande ampleur. Pour autant, le réseau maritime n'était-il que l'expression de ces stratégies d'acteurs ? Ces derniers n'étaient-ils pas eux-mêmes au service des territoires qu'ils aidaient à connecter et participaient à transformer ? S'intéresser aux grands armateurs conduisait naturellement à se focaliser sur les grands ports, leur terrain de jeu, lieux de rencontre avec les grands manutentionnaires et logisticiens. La fascination exercée par les effets de la diffusion de la conteneurisation en faisait presque oublier que le segment conteneurisé ne représentait que 10 à 15% environ de la flotte mondiale en tonneaux de port en lourd, même s'il concentrait les marchandises les plus valorisantes. Mais sans les ports petits et moyens et les autres navires, le réseau maritime se trouvait amputé d'une grande partie de son fonctionnement global. On pouvait même se demander si les mutations rapides décrites plus haut avaient bel et bien modifié, au final, la morphologie des flux et la structure du système, même si l'observation du terrain semblait aller dans ce sens.

Je présente dans cette partie l'apport respectif de ces deux approches, par le graphe (réseau de flux) et par l'armateur (réseau d'entreprise), à une meilleure compréhension des réseaux maritimes dans leur globalité. Je défends la thèse selon laquelle ces deux facettes sont loin d'être opposées mais complémentaires. Elles se doivent d'aller de concert à condition d'aboutir à une réflexion renouvelée sur la spatialité de ces réseaux, parties intégrantes des territoires qu'ils connectent.

#### 1.4.1 De la théorie des graphes aux réseaux dits complexes

L'application au transport maritime de méthodes d'analyse propres aux graphes et aux réseaux voit le jour en 1968 avec la thèse de doctorat de Ross Robinson (1968) sur Vancouver. A l'instar d'André Siegfried et Edward Ullman jetant les bases d'une cartographie (mondiale) des flux maritimes sans relâche ou très tardive, ce n'est qu'à la fin des années 1990 que le travail pionnier de Robinson sera poursuivi par d'autres, pourtant sans être cité aucunement<sup>10</sup>. Profondément ancrée dans la tradition quantitative de l'analyse spatiale et de l'introduction de la théorie des graphes en géographie, cette thèse définissait alors avec brio la nature du réseau en question : « *il est possible de définir les motifs spatiaux des relations fonctionnelles entre les ports par l'examen des liens créés par les mouvements maritimes interportuaires des navires de commerce extérieur. Une telle analyse fournit non seulement*

---

<sup>10</sup> La thèse de Robinson n'est citée que deux fois à ce jour si l'on en croit Google Scholar

une mesure juste des liens eux-mêmes mais aussi clarifie les relations entre les ports, l'organisation spatiale des fonctions portuaires et le statut fonctionnel des ports pris individuellement dans le groupe total (...) Le système de ports opérant de façon interdépendante peut alors être appréhendé dans sa forme abstraite comme un ensemble de points ou de nœuds dans un réseau, un réseau de transport dans lequel les lignes ou les liens sont en fait des 'routes imaginaires' ». Robinson ajoute à son analyse empirique de la centralisation par Vancouver des flux maritimes connectant les ports de Colombie Britannique (Figure 10) un modèle spatial d'évolution du réseau maritime théorique pouvant s'appliquer à d'autres régions : l'effort restera vain.

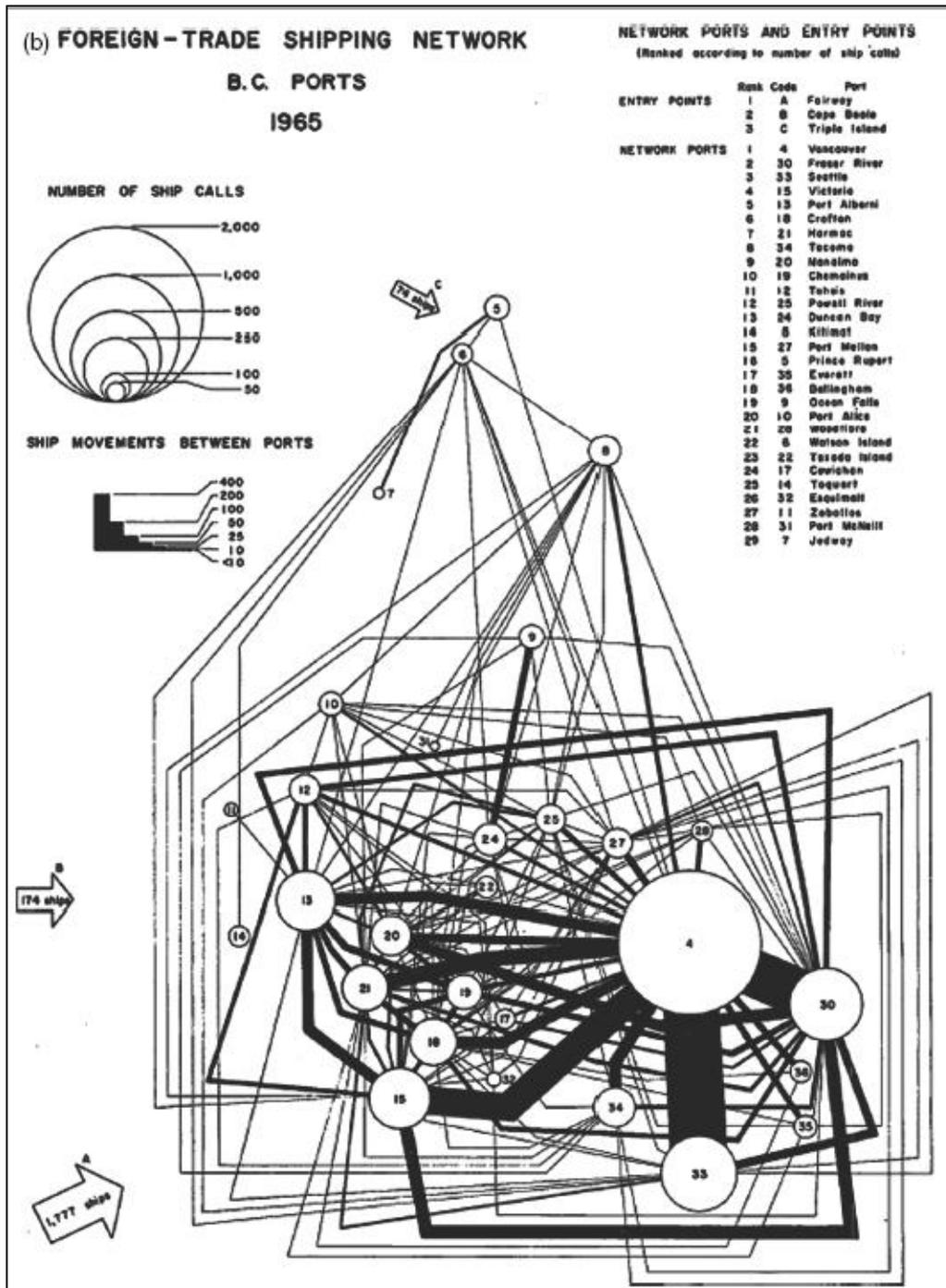


Figure 10 : Réseau maritime connectant les ports de Colombie Britannique (Robinson, 1968)

Les travaux cités dans la partie précédente montrent bel et bien que la cause d'une telle disparition n'était pas que le manque de données statistiques sur les flux maritimes. On pense plutôt à l'arrivée trop tardive d'une thèse porteuse d'un mouvement alors en déclin aux Etats-Unis et ailleurs, celui de la « révolution quantitative » annonçant le tournant behavioriste. Robinson (2015) raconte lui-même son parcours professionnel, depuis son embauche par les Nations Unies, suite à son doctorat de géographie, pour travailler sur des problématiques plus appliquées d'efficacité portuaire, plus à même de trouver des financements et d'intéresser le secteur privé. On retrouve là une tendance de la géographie maritime et portuaire à « fuir l'espace » (Ng et Ducruet, 2014), qui se traduit par la disparition progressive des références à la géographie au profit de liens de plus en plus forts avec les sciences économiques et de gestion, pour se rapprocher des acteurs et être au cœur de l'entreprise, de ses stratégies. Tout port voulant être un *hub* il nous semble pourtant bien maladroit de négliger outre mesure toute méthodologie permettant d'en mesurer la réalité objective, au-delà des discours !

Suite à la thèse de Robinson, seulement deux travaux peuvent être évoqués de par leur application, somme toute modeste, de l'analyse de réseau au transport maritime. Il s'agit de deux articles de Bruce Marti (Marti, 1981 ; Marti et Krausse, 1983) sur les flux de commerce maritime entre les Etats-Unis et l'Europe, utilisant la méthode dite des « flux majeurs » pour révéler la centralité de certains ports dans ces flux, mais sans pour autant fournir une vision globale du réseau (Figure 11). Ces travaux ne reflétaient que partiellement la thèse de Marti (1982) appliquant des modèles d'interaction spatiale (ex : le modèle gravitaire) aux flux conteneurisés interportuaires, mais sans visualisation des flux.

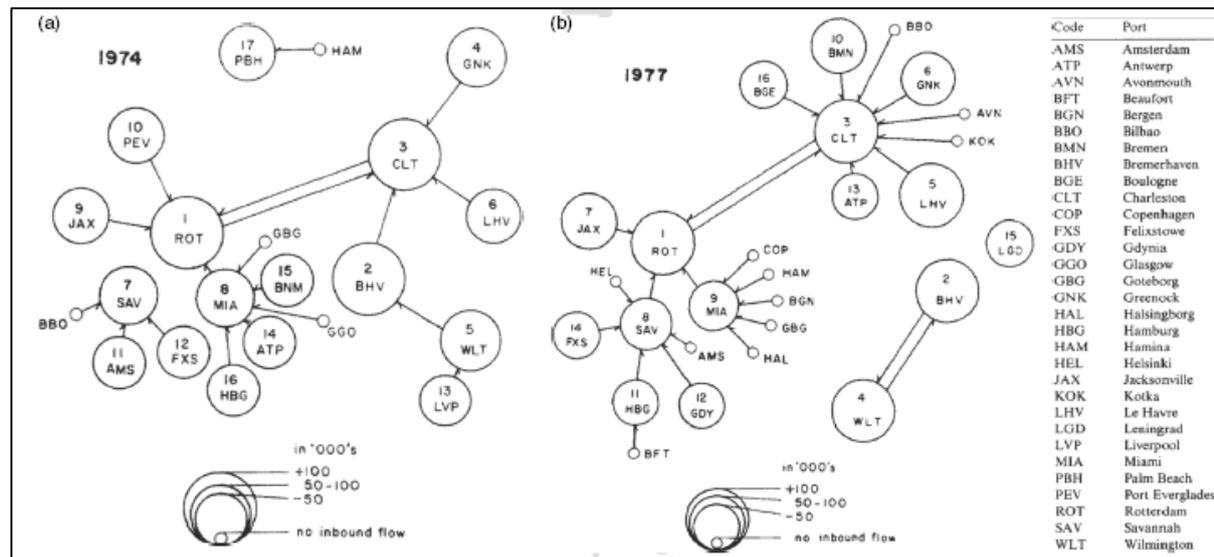


Figure 11 : Flux conteneurisés et ports « nodaux » Europe-USA (Marti et Krausse, 1983)

La thèse de Jon Helmick (1994) semble être un travail isolé mais nous rappelle à juste titre l'importance du travail de Hoare (1986) sur la modélisation des arrière-pays portuaires britanniques en relation avec leurs avant-pays, l'une des rares validations empiriques du concept de triptyque portuaire, mais « sans tester le composant maritime du modèle » (Helmick, 1994). Sans connaître la thèse de Robinson, Helmick passe en revue de nombreux travaux sur les systèmes de ports tout en déplorant l'absence d'une prise en compte des

relations maritimes effectives entre les ports étudiés : « le test empirique des modèles existants, même si difficile en raison du manque drastique de données sur les flux, est un champ d'étude qui mériterait une attention accrue ». Il ajoute à ceci que la notion de *hub-and-spokes* si communément développée dans le contexte aérien « attend toujours d'être systématiquement évaluée dans le contexte de l'espace maritime ». Or le travail d'Helmick ne comporte aucune visualisation du réseau étudié et consiste en une analyse multivariée des flux interportuaires au niveau de quatre grandes régions (ou rangées) nord-américaines et européennes.

Ainsi depuis la thèse de Robinson (1968), celle d'Olivier Joly (1999), qui fait suite à deux articles sur les réseaux maritimes (Brocard et al., 1995 ; Joly, 1995), est la seconde grande innovation en matière d'analyse de réseaux maritimes. Le contexte était alors celui d'un laboratoire dirigé par Madeleine Brocard et ayant l'ambition de proposer des analyses nouvelles du transport maritime et des ports au niveau mondial. Antoine Frémont soutenait en 1996 sa thèse sur la géohistoire du réseau maritime de la CMA-CGM (voir aussi Frémont, 2015), ayant une approche plutôt de l'acteur, plaçant l'entreprise au centre de l'analyse (voir partie suivante). Pourtant sans référence à Robinson, Marti ou Helmick, la thèse d'Olivier Joly reprenait de façon presque anachronique mais parfaitement nouvelle les fondamentaux de la géographie des transports modélisatrice (cf. les travaux de Haggett, Chorley, Garrison, Kansky mais aussi de Michel Chesnais à Caen) et fournit pour la première fois une analyse du réseau maritime conteneurisé mondial (Figure 12) avec les outils de la théorie des graphes.

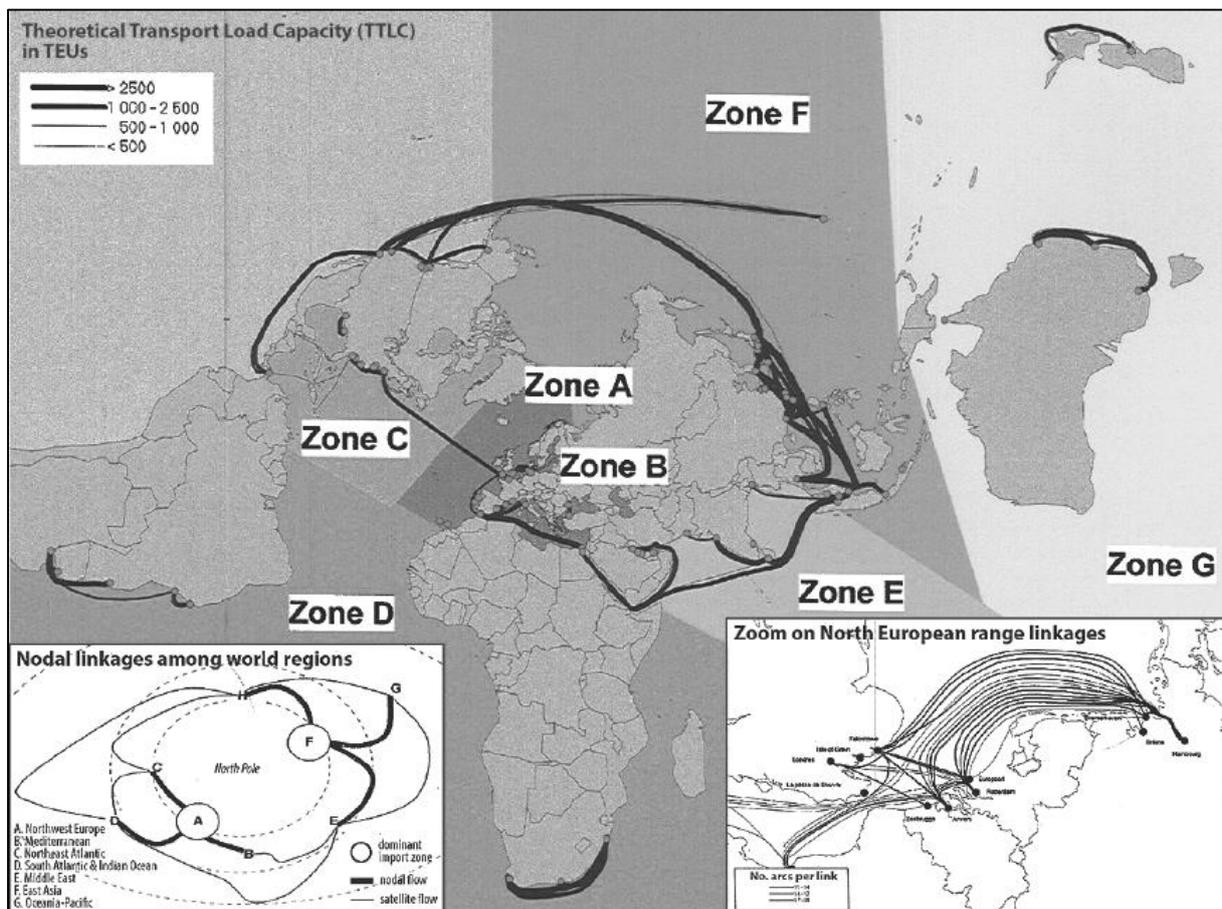


Figure 12 : Flux conteneurisés mondiaux en 1992 et structure sous-jacente (Joly, 1999)

Outre la mesure de la structure d'ensemble du réseau par les indices classiques Alpha, Beta et Gamma, on lui doit une représentation formelle du système global avec la mise en évidence de sa bipolarisation par l'Europe et l'Asie orientale, ainsi qu'un calcul du degré d'incidence des ports du monde. Il montre aussi au passage que les trafics maritimes des ports calculés à partir de données de navigation peuvent servir à modéliser les trafics portuaires conteneurisés en tonnage qui par ailleurs sont souvent lacunaires dans les sources statistiques officielles. En termes d'espace, l'approche de Joly (1999) était basée sur les flux de navires entre zones REEDS, c'est-à-dire des espaces de circulation contigus incluant parfois plusieurs façades, pour se rapprocher au maximum de la logique économique du transport.

Des travaux plus récents sur l'évolution du réseau conteneurisé mondial, aux méthodes comparables, se contentaient d'un découpage du monde bien plus arbitraire, régional-continental (Li et al., 2015 ; Xu et al., 2015), dans lequel l'Asie orientale est un bloc immense par rapport aux autres façades telles que la Scandinavie-Baltique par exemple. Au final l'analyse de Joly (1999) était davantage le moyen d'aboutir à un outil opérationnel permettant, comme indiqué par le sous-titre de la thèse, à mieux caractériser « *la position des plates-formes d'interconnexion en Europe du Nord-Ouest* ». C'est ainsi que la visée opérationnelle domine les applications ultérieures de la théorie des graphes aux flux maritimes. D'autres auteurs ont recherché des corrélations statistiques entre la centralité maritime des ports et leur volume de trafic à partir d'échantillons et de sources variés (Wang et Cullinane, 2008; Lam et Yap, 2011 ; Doshi et al., 2012 ; Fugazza et al., 2013), sans référence aux déviations possibles entre les deux ou explication des résidus, en lien avec les particularités des lieux.

La parution des articles de Watt et Strogatz (1998) dans *Nature* et de Barabasi et Albert (1999) dans *Science* sur les réseaux petit-monde (*small-world networks*) et invariants d'échelle (*scale-free networks*) respectivement a eu pour effet quasi immédiat une explosion des travaux sur les réseaux dont une pléthore d'analyses empiriques dans tous les domaines, dont les transports et notamment le maritime, afin de mettre en évidence les propriétés topologiques de ces réseaux. Une synthèse de la vaste littérature sur les réseaux de transport (Ducruet et Lugo, 2013a) a permis de définir certaines tendances d'évolution dans la transition entre théorie des graphes (approche « classique ») et réseaux complexes (approche « nouvelle »). Jusqu'à cette évolution conceptuelle et méthodologique, les réseaux de transport tous modes confondus étaient analysés sur la base de graphes de taille modeste et surtout planaires, à l'aide d'indices structuraux finalement peu robustes car dépendants de la taille du réseau (Béguin et Thomas, 1997) mais pouvant néanmoins s'avérer utiles pour décrire une évolution morphologique (Xie and Levinson, 2009). La vague des réseaux complexes menée en grande partie par les physiciens a pour avantage d'avoir proposé des modèles de réseaux auxquels se référer ainsi que des outils et mesures dédiés, même si certains existaient en fait déjà sous d'autres noms (Ducruet et Beauguitte, 2014), comme le « *rich-club coefficient* » étant un dérivé de l'indice Gamma (lui-même étant appelé densité en informatique et sciences exactes) ou encore le « *clustering coefficient* » auparavant appelé « transitivité » par les sociologues.

Des discussions avaient émergé assez tôt sur l'applicabilité de ces nouveaux modèles de réseaux au champ maritime. Alga Foschi (2002) par exemple rappelait à juste titre le caractère éminemment *spatial* du réseau maritime, au sens des physiciens, c'est-à-dire dont la croissance n'est pas infinie mais contrainte par des seuils variables de capacité et saturation,

des « coûts » divers dans la création et l'opération des nœuds et des liens. Le modèle invariant d'échelle (*scale-free*) constituait alors une situation extrême, peu réaliste dans le cas du maritime, même si le contexte méditerranéen par exemple semblait aller dans cette direction, celle d'une centralisation excessive du réseau par seulement un ou plusieurs grands *hubs*. Le premier article dans ce champ appliqué au maritime nous vient de Xu et al. (2007) sur le cas chinois, soulignant au passage l'originalité du mode maritime par rapport à l'aérien en ceci que les liens ou flux maritimes sont contraints par la géomorphologie des côtes, même si les deux ont en commun de n'être que des flux sans infrastructure autre que les nœuds ou sommets (ports et aéroports). Les auteurs concluent que le réseau maritime conteneurisé a une topologie intermédiaire entre l'aérien et le ferroviaire. Comme dans la plupart des travaux de physiciens, la primauté de l'analyse est accordée aux mesures statistiques, la représentation graphique ne servant ici qu'à formaliser deux dimensions possibles du graphe selon que l'on considère (a) les liens entre ports connectés adjacents ou (b) également les liens indirects entre eux (un graphe complet par circulation de navire). L'on apprend ainsi que la distribution des degrés du réseau suit une loi de puissance (caractéristique première des réseaux invariants d'échelle ou *scale-free*), que les degrés des ports adjacents sont corrélés négativement dans le cas de (a) eu égard à une structure hiérarchique et positivement dans le cas de (b) en vertu de cliques comprenant des ports de taille comparable. Toutes les mesures de centralité (degré, *betweenness*, *closeness*) et de trafic sont fortement corrélées entre elles, ce qui diffère de l'aérien car de petits aéroports peuvent être très centraux dans le réseau global en raison de leur rôle de pont (*bridge*) entre différents *clusters* ou communautés, comme Anchorage en Alaska (voir à ce propos Guimera et al., 2005). Une application concrète mais restée dans l'ombre fut celle de Csicic et al. (2007) lors d'une communication à la conférence annuelle de l'*International Association of Maritime Economists* (IAME), visualisant pour la première fois des flux conteneurisés dans un logiciel dédié ainsi que la variation de *betweenness centrality* entre les ports méditerranéens.

L'échelle mondiale devient une référence commune des travaux ultérieurs sur les réseaux maritimes complexes. Toujours de la part de chercheurs chinois, Deng et al. (2009) soulignent la dimension petit-monde du réseau conteneurisé mondial et sa faible efficacité<sup>11</sup> par rapport à d'autres réseaux de transport, l'étroite corrélation entre trafic et centralité, trafic et coefficient de *clustering*<sup>12</sup>. De leur côté, Hu et Zhu (2009) proposent une analyse semblable, toujours sur le réseau conteneurisé, mais insistant plus sur sa dimension *rich-club* et invariante d'échelle, et sur le fait que les ports de petite taille sont fortement connectés entre eux (*assortativity*) tandis que les ports de grande taille ont tendance à se connecter aux plus petits par effet *hub* (*disassortativity*). Ils proposaient déjà de mesurer la structure topologique du réseau maritime dans deux dimensions ou « espaces » (topologiques), celui fait des escales successives des navires de port en port A-B, B-C, C-D (*space L*) et celui incluant les liens indirects le long de ces routes, comme A-C, A-D et B-D (*space P*). Ces deux topologies produisaient des résultats différents au niveau statistique de la distribution des degrés par exemple (Figure 13). Cependant, Deng et al. (2009) concluaient plus à une loi exponentielle contrairement à la loi de puissance proposée par Hu and Zhu (2009), montrant bien par-là les

<sup>11</sup> Mesurée par l'*average shortest path length* ou longueur (topologique) moyenne des chemins les plus courts dans le graphe. Plus cette valeur est élevée plus il est compliqué de circuler dans le réseau.

<sup>12</sup> Le coefficient de *clustering* d'un nœud ou sommet équivaut à la proportion de triangles fermés existant dans le voisinage du sommet par rapport au nombre total de triangles fermés possible. Une valeur forte renvoie à un voisinage très maillé tandis qu'une valeur faible à une configuration en étoile ou en isthme.

limites de l'applicabilité empirique des modèles théoriques de réseaux complexes, les seuils au-delà desquels le réseau peut être défini comme invariant d'échelle n'étant pas bien délimités.

Une analyse complémentaire à partir de sources bien différentes fut proposée peu après (Kaluza et al., 2010) afin de comparer la structure topologique de trois sous-graphes créés par la circulation des navires porte-conteneurs, vraquiers, et pétroliers et déterminer en quoi cette structure peut favoriser les invasions biologiques à travers le globe<sup>13</sup>. Les auteurs utilisent une grande variété de mesures, dont les motifs, le modèle gravitaire, le partitionnement ou *clustering* basé sur la modularité, pour observer des différences notables entre les circuits de chaque flotte par rapport à la structure d'ensemble (Figure 14). Il y a donc une prise en compte de l'espace bien plus que dans les autres approches « complexes », mais l'interprétation du rôle de l'espace reste avant tout statistique, et les acteurs économiques ne sont pas du tout mentionnés. On peut cependant discuter le fait que des ports relativement mineurs comme Terneuzen et Plaquemines figurent au top 20 mondial de centralité (*betweenness*), ou encore qu'Europoort, qui est en réalité une partie de Rotterdam, les deux étant considérés séparément dans l'analyse.

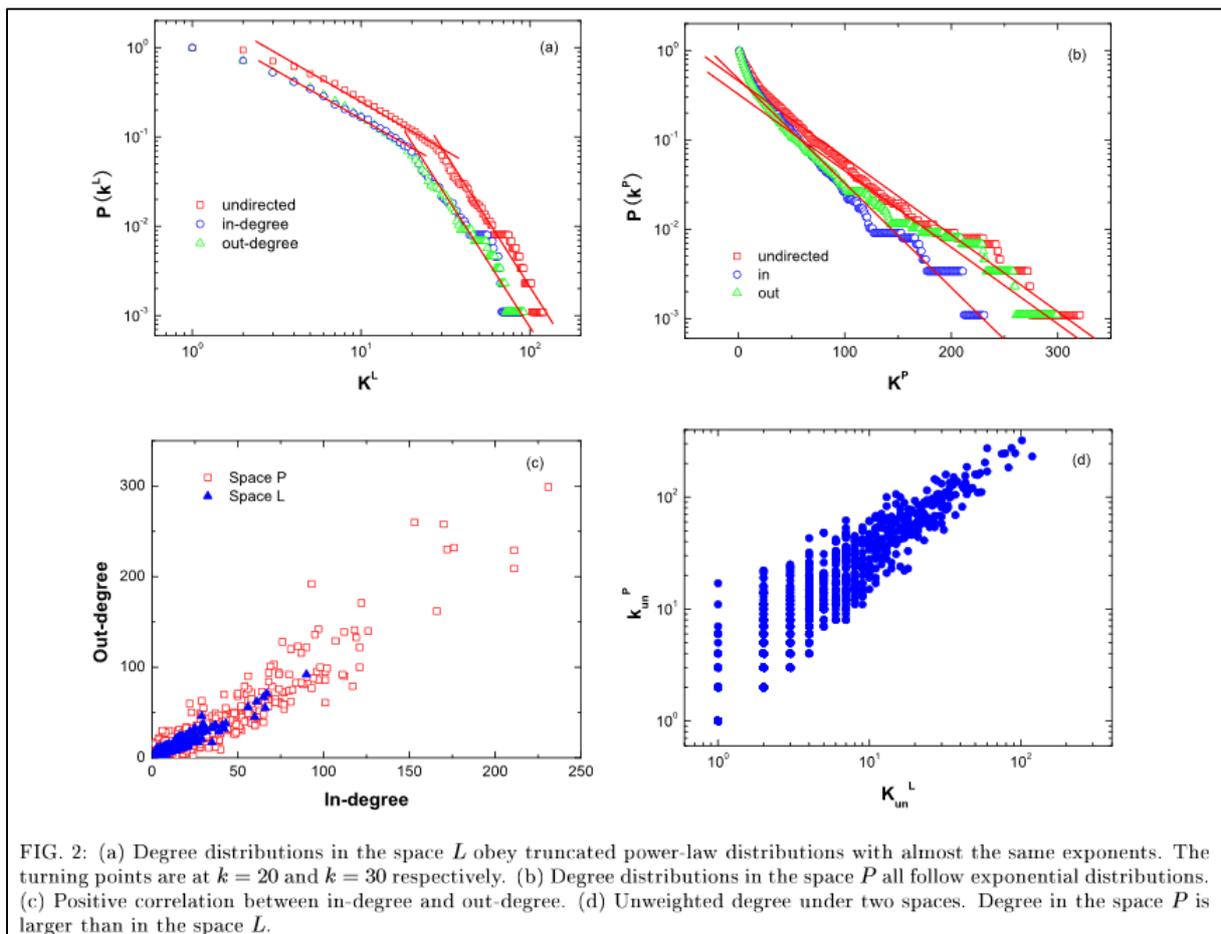


Figure 13 : Distribution statistique du réseau conteneurisé mondial (Hu et Zhu, 2009)

<sup>13</sup> Voir aussi à ce sujet les travaux de Concepcion et al. (2010), Keller et al. (2011), et Seebens et al. (2013).

Un autre exemple tient dans l'analyse du réseau maritime combiné à un autre réseau, comme le réseau aérien, pour comparer les topologies respectives de deux réseaux mondiaux majeurs (Woolley-Meza et al., 2011), élaborer de nouvelles méthodes d'analyse de réseaux couplés en rapport avec la vulnérabilité (Parshani et al., 2010), ou enfin analyser la diffusion d'épidémies (Tatem et al., 2006) ou d'attaques terroristes (Earnest et al., 2013). Pour les physiciens et les informaticiens, l'espace constitue une friction intéressante qui déforme les modèles théoriques trop parfaits de réseau et d'interaction. C'est l'espace euclidien, différencié par la distance kilométrique des liens (maritimes), dont le coût contraint la croissance du réseau. On pourrait en tant que géographe (trop) facilement dénigrer cette vision simpliste de l'espace en arguant que celui-ci est bien plus richement doté : les acteurs perçoivent, les territoires changent, les politiques agissent. Or l'analyse de réseau par les géographes n'est-elle pas moins spatiale que celle des physiciens Ces derniers définissaient explicitement les propriétés particulières des « réseaux spatiaux » (*spatial networks*) et adaptaient leurs mesures et méthodes en conséquence (Barthelemy, 2015), tandis que les géographes se contentaient des mesures classiques basées sur la seule topologie, donc portant sur un espace abstrait, même pas euclidien. Mais ils se rattrapent en sachant, mieux que d'autres peut-être, faire parler les chiffres. C'est le cas de la plupart des analyses qui vont suivre, qui se rapprochent d'une appréhension plus complète du réseau maritime, c'est-à-dire mêlant topologie, stratégies d'acteurs, et différenciation de l'espace.

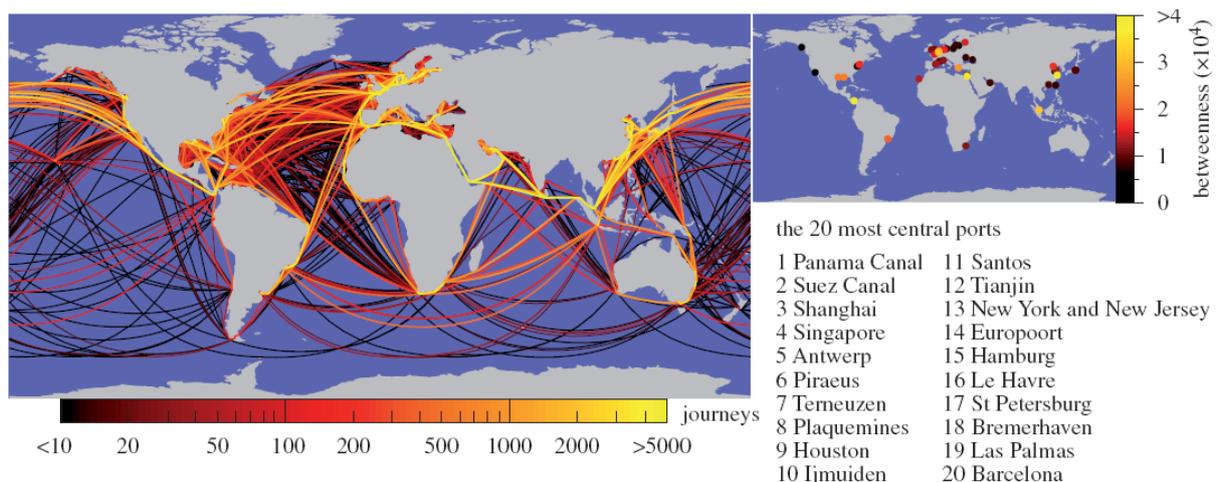


Figure 14 : Réseau maritime mondial et centralité des ports (Kaluza et al., 2010)

#### 1.4.2 Le réseau maritime comme réseau d'entreprise

Une autre approche du CIRTAI, sur l'acteur maritime, se développait en lien avec un groupe de chercheurs canadiens plutôt intéressés par les stratégies d'entreprises du secteur maritime. On retrouvait alors la tendance évoquée plus haut d'une plus grande importance accordée au qualitatif, au travail de terrain (Ng et Ducruet, 2014), même si les travaux d'Antoine Frémont et de son équipe n'échappaient finalement pas à la nécessité d'élaborer des bases de données mondiales sur les services conteneurisés pour comprendre et représenter ces stratégies. Ces travaux avaient des origines dans ceux, entre autres, de Brian Slack sur les facteurs de sélection des ports par les acteurs du transport international (Slack, 1985) et son fameux article « *Pawns in the game* » (Slack, 1993) insistant sur le pouvoir accru des multinationales du transport et l'édification de réseaux portuaires globalisés.

Robinson lui-même avait fini par donner moins d'importance à la morphologie des flux et des réseaux qu'aux stratégies qui les animent, emboîtant le pas à Slack pour dissenter, cette fois, sur l'évolution des réseaux maritimes asiatiques sous l'angle des jeux d'acteurs (Robinson, 1998). Plus aucune référence à la théorie des graphes, mais un élan certain vers l'économie des transports, embrassant sans ambages les notions devenues clé de fusion et acquisition, « *market power* », efficacité des opérations, etc. Ce travail n'était toutefois pas dénué d'une approche par le graphe, la compréhension des entreprises permettant bien au contraire de mieux comprendre la hiérarchisation accrue du système de transport maritime via l'introduction des configurations en « *hub-and-spokes* » qui avaient émergé dans le secteur aérien dans les années 1980, une différenciation en niveaux supérieur et inférieur de sous-réseaux intégrés, bref une modification sans précédent des modèles précédents de rotation de navires et de lignes régulières (voir aussi à ce sujet Cullinane et Khanna, 2000). Pourtant Robinson ne cherchait plus à représenter le réseau ni à le mesurer, mais se contentait d'un schéma grossier suffisant à cadrer l'analyse, qualitative par ailleurs, des changements s'opérant dans le monde maritime et portuaire (Figure 15).

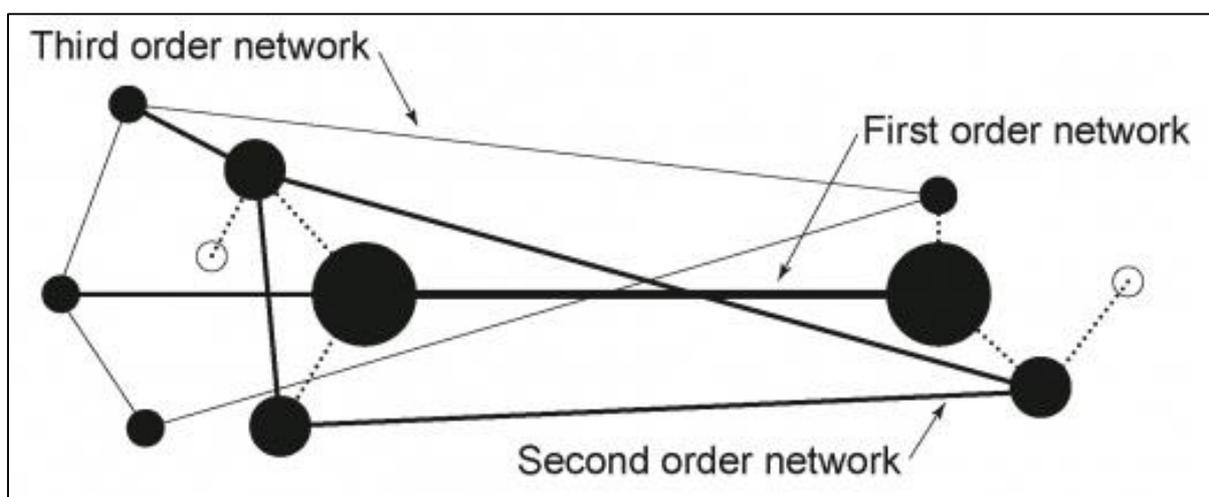


Figure 15 : Schéma de réseau conteneurisé multi-niveau (Robinson, 1998)

Toujours focalisés sur le transport maritime conteneurisé, chercheurs français et canadiens de l'école behavioriste proposaient alors de mettre en relief le « réseau portuaire » (*port network*) des grands armateurs ou compagnies maritimes, afin d'aller plus loin dans la compréhension de leurs stratégies. Le graphe et l'espace étaient alors au second plan par rapport aux grands problèmes évoqués (alliances, concurrence, intégration horizontale et verticale, etc.) même si, bien souvent, une carte de localisation était fournie et servait d'outil d'analyse à part entière pour étudier l'évolution du réseau. On parlerait alors plutôt de couverture géographique des ports desservis par chaque grande compagnie plutôt que de réseau à proprement parler, le réseau d'entreprise étant par ailleurs plutôt défini par les liens d'appartenance entre sièges sociaux, établissements et autres succursales. Le matériau n'était d'ailleurs pas le flux lui-même, mais l'offre (en cours et projetée) de service, donnée bien moins coûteuse car publiée annuellement dans les volumes de *Containerisation International*. Pour l'année 2002 par exemple, 601 services maritimes étaient recensés touchant environ 440 ports dans le monde, et pouvant être représentés de façon agrégée par un schéma global de circulation (Figure 16).

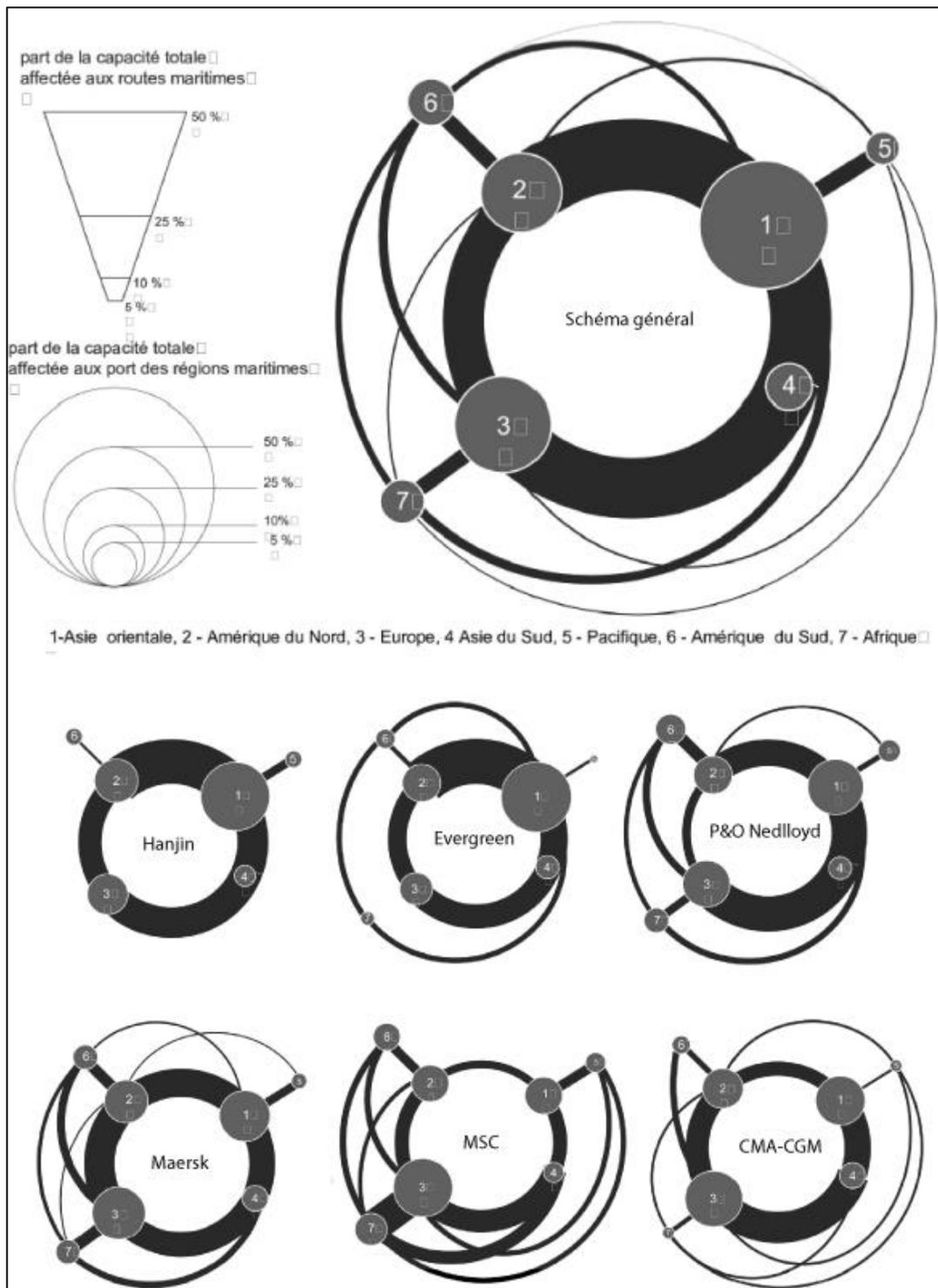


Figure 16 : Les réseaux maritimes des grands armements (Frémont et Soppé, 2004)

A ce schéma global, et c'était la thèse principale du travail d'Antoine Frémont et Martin Soppé (2004), pouvaient être confrontés le schéma propre à une alliance ou plus précisément à une seule compagnie maritime, pour en tirer des leçons sur ses spécificités en termes de couverture géographique. La différenciation géographique entre grands armateurs sur l'océan, malgré l'uniformisation proclamée de leurs services ou l'absolue nécessité pour eux de contrôler aussi le segment logistique terrestre (voir à ce sujet Franc et Van der Horst, 2010 ; Franc, 2010) était alors l'argument principal de ces travaux. On voyait effectivement se

dessiner des différences, servant à regrouper les compagnies entre elles, les asiatiques et les européennes restant bien distinctes, mais avec des exceptions. L'approche par les compagnies rendait alors aussi possible le calcul de la part de chacune dans le trafic total de chaque port, permettant alors d'identifier les points-clé du réseau de tel ou tel armateur, où celui-ci est dominant. Outre des cartes de localisation du trafic de la compagnie Maersk par port touché (Frémont, 2007), on restait bel et bien dans une approche très spécialisée sur l'acteur, ne touchant pas aux graphes et n'abordant pas ou presque l'espace sinon comme un « *space of flows* », les ports n'existant que par rapport au réseau de l'entreprise.

Des approches comparables furent proposées en parallèle par Comtois et Wang (2003) mais faisant appel à d'autres méthodes cartographiques, plus précises peut-être, pour représenter le réseau de telle ou telle compagnie, comme les réseaux maritimes d'Evergreen et de COSCON (Figure 17). L'ambition de l'article fut de démontrer l'influence de la géographie des transports sur la géographie politique, en particulier autour du détroit de Taiwan, dans les années 1990-2000. Les auteurs concluent qu'à la lecture de l'évolution des réseaux des deux grandes compagnies chinoise et taiwanaise, Taiwan et la Chine connaissent une intégration économique croissante, « tendance irréversible vers un modèle de réunification ». Or c'est seulement en 2008 que le transport maritime direct entre les deux pays fut à nouveau autorisé.

Une étude très similaire par Rimmer et Comtois (2005) utilisa le même outillage cartographique que précédemment, mais doublé d'une schématisation, pour illustrer l'évolution des connections maritimes de la Chine entre 1990 et 2000 (Figure 18). L'évolution du réseau est interprétée au prisme de la concurrence avec les autres armateurs, l'intégration verticale ou investissement dans la manutention portuaire, et autres logiques internes à l'entreprise. Les auteurs font un clin d'œil à l'analyse spatiale en qualifiant la route Europe-Asie de « *main street* », comme dans le modèle théorique de Taaffe et al. (1963), mais sans toutefois insister plus avant sur la morphologie du réseau observé, qui se résume au comptage des ports enlevés ou ajoutés au réseau. Enfin l'étude conclut que l'inclusion d'autres types de flux (pétroliers, vracs) dans l'analyse n'aurait pas modifié outre mesure les résultats.

Par la suite, les travaux de cette « école » ont évolué suivant leur intérêt croissant pour des problématiques d'intégration verticale entre transport maritime et manutention portuaire, avec toujours la mention de réseau servant à qualifier le portfolio des entreprises (Parola et Veenstra, 2008 ; Soppé et al., 2009). En parallèle se sont développés des travaux portant davantage sur les effets de la concurrence ou coopération entre armateurs sur leur réseau combiné ou respectif (Bergantino et Veenstra, 2002) en référence à la théorie des réseaux - sociaux plus que d'infrastructures ou les matrices de flux, les mêmes auteurs ayant pourtant été les premiers après Olivier Joly (1999) à relancer l'analyse d'un réseau maritime régional par les graphes (voir partie suivante). L'espace s'absente de plus en plus des travaux qui vont suivre sur ce thème, comme l'analyse par Caschili et al. (2014) sur les accords inter-armements et leur effet sur les dynamiques concurrentielles, fortement engagée dans l'approche par les réseaux (les auteurs concluent que le réseau étudié est *small-world* ou petit-monde) mais sans référence géographique d'aucune sorte.

De leur côté, Verhetsel et Sel (2009) proposent une analyse du réseau des entreprises du monde maritime afin d'identifier les villes-centres du système, avec comme argument

principal que les travaux du groupe de recherche GaWC (*Globalisation and World Cities*) de l'Université de Loughborough ont négligé ce secteur précis au profit d'analyses plus agrégées sur la finance, la banque, et les services juridiques. Cependant les auteurs se contentent de répliquer les méthodes du GaWC et en concluent que Hong Kong, Hambourg et New York seraient les pivots du réseau mondial des entreprises maritimes, sans toutefois aller plus loin sur la formalisation du réseau ou sa dimension spatiale. Ces résultats sont assez différents de ceux obtenus par Jacobs et al. (2010, 2011) sur le réseau mondial tissé par les entreprises du secteur tertiaire maritime (Figure 19), au niveau du classement des villes obtenu, Londres étant au sommet de la hiérarchie dans ces derniers travaux, ce qui était plus réaliste vu la centralisation effective par cette ville de la quasi-totalité des transactions mondiales en matière d'assurance et de finance maritimes. La puissance de Londres dans le tertiaire maritime ressortait également de par ses prolongements asiatiques (Hong Kong, Singapour) et transatlantiques (New York), d'autres centralités comme Houston et Haugesund pouvant s'expliquer par la spécialisation pétrolière.

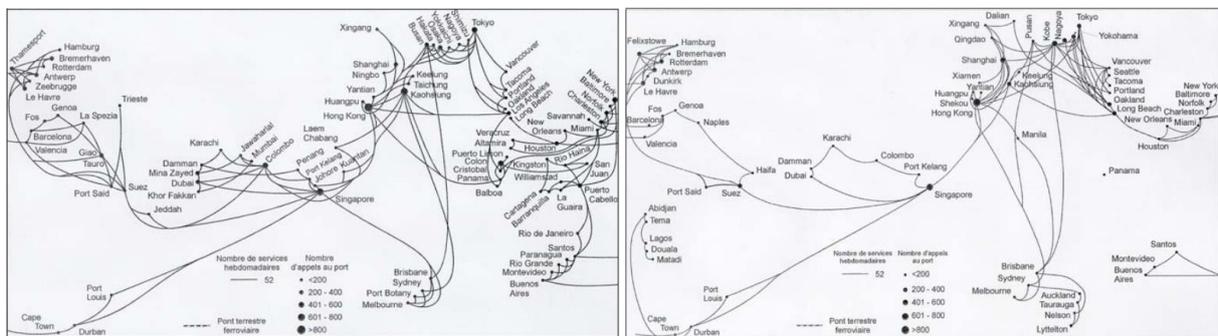


Figure 17 : Réseaux conteneurisés d'Evergreen et COSCON (Comtois et Wang, 2003)

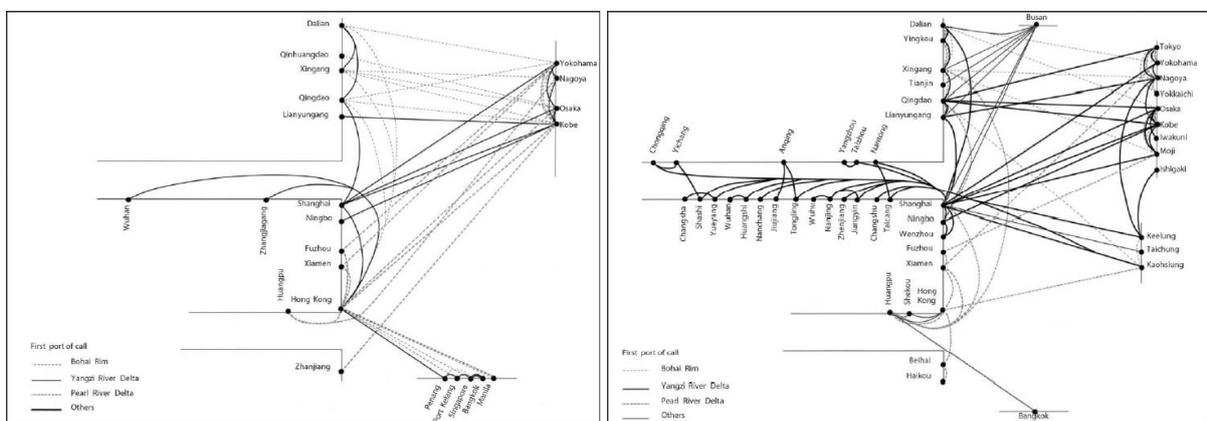


Figure 18 : Réseau conteneurisé de COSCON en 1990 et 2000 (Rimmer et Comtois, 2005)

Les économistes de leur côté envisageaient le concept de réseau maritime via un simple calcul de fréquence de transit incorporé dans des analyses multivariées de coût de transport, sans aucune visualisation du système étudié (Martinez-Zarzoso et al., 2001 ; Wilmsmeier, 2014). Nombre d'économistes et ingénieurs se sont efforcés de mesurer quantitativement la performance des ports et terminaux portuaires pour élucider quels facteurs expliquent le volume de trafic mais aussi et surtout mieux comprendre les facteurs de sélection des ports par les lignes régulières ou les compagnies logistiques<sup>14</sup>. Adolf Ng (2006), géographe, rappela

<sup>14</sup> Citons notamment quelques auteurs-clé comme José Tongzon, Dong-Wook Song, Kevin Cullinane

à juste titre que de telles études oubliaient souvent de prendre en compte la perception de la performance par les acteurs du transport, bien plus importante que la performance elle-même, résultat et non cause de leurs choix et stratégies réticulaires.

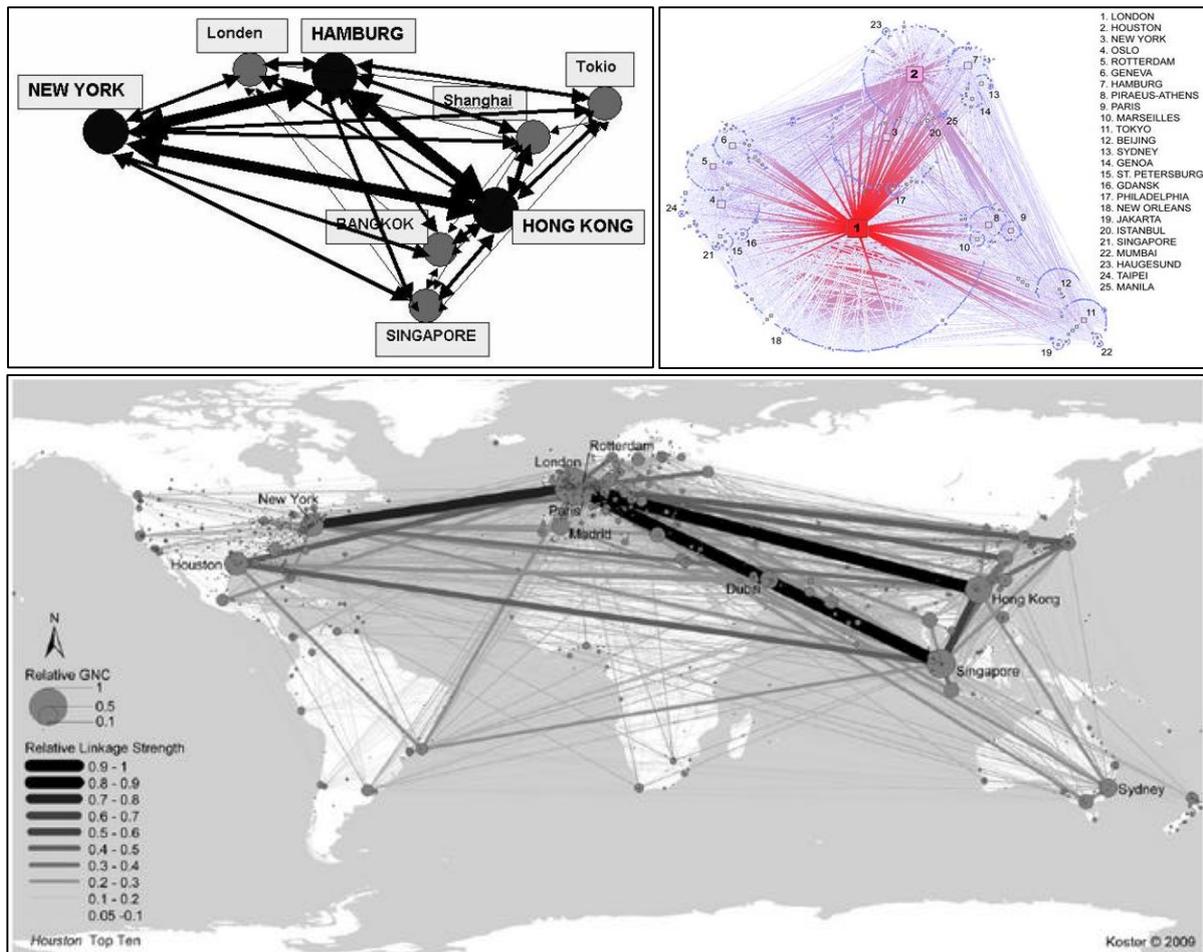


Figure 19 : Visualisations de firmes maritimes en réseau (haut-gauche : Verhetsel et Sel, 2009 ; haut-droit : Jacobs et al., 2010 ; bas : Hall et al., 2011).

## 1.5 Conclusion : la mer manque d'espace, la géographie manque de sel

Ce bilan multidisciplinaire des recherches sur le transport maritime sous l'angle particulier des réseaux montre avant tout la grande diversité des problématiques, sources et méthodes. Les géographes, qui ont très tôt cartographié les routes, formalisé le réseau des flux, et défini un vocabulaire dédié, font figure de pionniers dans ce champ thématique. Mais paradoxalement et suite à une interruption de plus de trente ans, le regain d'intérêt pour les réseaux maritimes s'est fait au détriment de l'espace géographique proprement dit. Cette étape, nécessaire pour donner un squelette (graphe) et une âme (acteur) aux flux et aux routes, restait encore plongée dans le réseau soit technique soit économique. La question de savoir comment le réseau se différencie dans l'espace ou inversement, comment l'espace se différencie à travers ce réseau, restait encore peu abordée à l'aube des années 2000. Physiciens, informaticiens, ingénieurs, biologistes et aménageurs constituaient l'approche structuraliste ; géographes, historiens et économistes l'approche behavioriste. Dans les deux cas l'espace géographique restait au second plan, sorte de toile de fond ou terrain de jeu.

La croyance en la capacité du réseau maritime à retranscrire l'évolution du monde, qui fondait le projet initial des géographes précurseurs, restait pourtant de mise en géographie, à en croire cette phrase d'introduction à un colloque international récent sur les « géographies salées »<sup>15</sup> (*salty geographies*) : « Depuis environ une décennie, les géographes ont commencé à s'engager sérieusement dans les domaines maritimes du passé et du présent, signalant comme un tournant par rapport à l'approche territoriale ayant dominé la discipline depuis si longtemps ». Or l'auteur, le géographe William Hasty, ne faisait référence ni à la géographie économique ni à celle des transports, mais bien à la géographie dite radicale, abordant des thèmes comme l'impérialisme, l'esclavage, les identités subalternes des marins et dockers. La géographie de la circulation et des flux maritimes, prise en étau entre les sciences exactes et les sciences économiques, s'était spécialisée voire marginalisée au point de ne plus exister aux yeux des tenants du *mainstream*, aux dires de l'éditeur de la revue *Progress in Human Geography* Noel Castree lorsqu'il refusa initialement d'évaluer notre article sur le corpus de géographie portuaire : « nos articles assument qu'il y a un public pour le sujet en question (...) combien de chercheurs à l'international mènent des travaux de haute qualité sur les ports faisant le lien avec de grands débats comme ceux en géographie économique ? (...) peu de gens en géographie humaine anglophone travaillent sur les ports ... et comme la majorité de nos lecteurs sont anglophones ou appartiennent à des départements de géographie anglophone, vous pourriez vous demander : comment s'adresser à eux avec un tel article si aucun ne travaille sur les ports ? » (cité dans Ng et al., 2014).

Cette prise de recul en première partie n'est que le début d'une grande aventure scientifique mettant en lumière les rapports changeants et différenciés des réseaux maritimes aux espaces qu'ils connectent. J'inscris ainsi mes travaux et de nombreux autres dans cette approche intégrée et dynamique où réseau et espace sont indissociables, en coévolution. Une telle perspective semble être la condition du passage de la goutte d'eau au grain de sel, plus à même de contribuer à une réflexion de fond sur l'évolution du monde et des territoires.

---

<sup>15</sup> <https://www.h-net.org/announce/show.cgi?ID=175034>



## **Seconde partie**

### **Les structures et dynamiques spatiales des réseaux maritimes**



## 2. Les structures et dynamiques spatiales des réseaux maritimes

« La mer rejoint les régions qu'elle sépare »  
*Windsor Forest*, Alexander Pope (1713)

### 2.1 Introduction : les réseaux maritimes, marqueurs et vecteurs de différenciation spatiale

Un renouvellement de la perspective maritime s'est produit à partir des années 2004-2005, consistant à faire passer l'espace devant les questions purement topologiques ou économiques. Les causes sont multiples et peuvent être énumérées comme suit : un regain d'intérêt pour les ports et le transport maritime dans un contexte de mondialisation accrue ; l'incontournable nécessité de mesurer et visualiser les interactions maritimes à l'œuvre au sein d'espaces régionaux fortement dépendants de ce mode de transport ; la mise à disposition croissante de données statistiques sur les flux maritimes. Les travaux présentés dans cette seconde partie montrent une importance croissante accordée à l'espace mais aussi au temps. On observe ainsi une transition progressive allant de l'analyse régionale à la régionalisation du monde puis l'analyse spatio-temporelle du réseau mondial.

Plusieurs questions fondamentales sont posées en cours de route, le maritime y apportant des réponses souvent originales par rapport aux approches plus classiques. Ce questionnement sur les structures et dynamiques régionales portées et révélées par les flux maritimes se situe d'emblée soit au niveau régional (bassin, façade) soit au niveau mondial (régionalisation). Sans qu'il puisse toujours être possible de distinguer ce qui tient du changement organisationnel ou du changement territorial, cette lecture du monde « au prisme des réseaux maritimes »<sup>16</sup> s'interroge sur le rôle respectif de « l'effet réseau » par rapport à « l'effet territoire » dans la répartition changeante des connexions maritimes. Dans un premier temps, il sera question de la pertinence du niveau régional dans l'analyse des réseaux maritimes, qui par leur nature ouverte et mondiale sont difficiles à circonscrire arbitrairement. Le concept même de région maritime reste plutôt flou et on évaluera en quoi l'approche fonctionnelle par les flux maritimes permet d'en faire progresser la définition. La région maritime reste le plus souvent synonyme de mer, bassin, façade, système portuaire ou rangée, soit l'alignement de ports le long d'une côte, sur la seule base de la proximité géographique. Bien souvent, l'échelle d'analyse est tenue pour acquise, au statut de cadre commode. Cette approche régionale constitue le premier chapitre. L'intégration de l'espace connaît une progression, entre des travaux utilisant le cadre régional pour décrire des dynamiques économiques de réseaux maritimes, un peu comme ceux présentés en première partie, et d'autres utilisant le réseau maritime pour analyser l'espace régional, souvent transnational. L'émergence d'un hub est ainsi interprétée autant comme la manifestation d'une stratégie logistique que d'un révélateur de certaines faiblesses et vulnérabilités au sein de la région. Des exemples variés contribuent à cette réflexion, des Caraïbes à l'Asie en passant par la Méditerranée, espaces où le réseau maritime permet de pallier la faiblesse des relations terrestres (insularité, détroits) et, parfois, à celle des relations commerciales (barrières). De ce point de vue mes travaux sur les *hubs* se sont intéressés à deux aspects

---

<sup>16</sup> L'expression est empruntée à Nadine Cattan (2004) dans son article sur « Le monde au prisme des réseaux maritimes ».

jusqu'à peu abordés : l'écart notable entre volume de trafic et centralité, notamment dans le cas des ports chinois, et le niveau de dépendance envers un *hub* externe, dans les cas du Maghreb et de la Corée du Nord. Ce dernier terrain est aussi propice à l'analyse des impacts d'une crise profonde (barrières commerciales et diplomatiques en externe, décroissance économique et désintégration territoriale en interne) sur l'évolution d'un réseau maritime.

Enfin, cette partie aborde dans un second temps le niveau mondial sur la période récente, sous plusieurs angles complémentaires. La question est d'abord de savoir comment et pourquoi le réseau maritime mondial se régionalise, que cela soit à travers l'évolution contrastée des centralités portuaires ou via le partitionnement des matrices de flux. Cette régionalisation produit-elle des divisions du monde spécifiques, en écho aux travaux de Lewis et Wigen (1999) et de Bentley (1999) sur la critique des aires culturelles en rapport avec la métagéographie des interactions maritimes (voir aussi Grataloup, 1997 ; Didelon, 2013) ? Ces auteurs prônent un changement de perspective par le recours aux bassins, mers et océans plutôt qu'aux continents pour l'étude des circulations. Le réseau maritime est ainsi porteur d'une mémoire, marqueur de proximités diverses, que les réorganisations logistiques récentes n'arriveraient pas à effacer totalement. Plusieurs résultats marquent les travaux présentés dans ce second chapitre : la forte corrélation entre diversité des trafics et centralité des ports dans le réseau, prenant en compte non pas seulement le segment conteneurisé mais l'ensemble de la circulation mondiale ; le maintien de connexions maritimes de longue distance hors des grands *hubs* ; la grande variété géographique des aires d'attraction des grands ports ; enfin la vulnérabilité de l'Europe face à l'importance des canaux transocéaniques, dans un réseau mondial glissant vers les Suds.

L'analyse du réseau maritime mondial sur le temps long, de la fin du dix-neuvième siècle à nos jours, est une nouveauté qui permet de prendre du recul sur les dynamiques actuelles. On voit notamment que la croissance asiatique et l'évolution vers une structure réticulaire optimale sont des phénomènes anciens qu'il est possible de mesurer et visualiser par le recours à un corpus de données inédit. J'insisterai enfin sur la production de nouveaux résultats permettant d'apprécier l'évolution des polarisations maritimes et par là des économies-monde contemporaines.

## **2.2 L'analyse régionale des réseaux maritimes**

Depuis les années 2000, la recrudescence des travaux empiriques sur les réseaux maritimes se traduit par une grande variété d'approches. Un trait commun de la plupart d'entre eux fut cependant de placer la focale au niveau régional. Ce cadre d'analyse plus proche du « terrain » permet une lecture plus fine des structures et dynamiques maritimes émergentes. Pour autant, une ambivalence demeure entre des travaux sur le réseau topologique ou le réseau d'entreprise, dans un espace-support régional, et d'autres portant sur la région elle-même, posant la question de sa cohérence spatiale et fonctionnelle, à la lecture du réseau. Focale régionale pour comprendre le réseau maritime ou focale maritime pour comprendre la région ? Mes travaux appartiennent davantage à ce second volet, qui met davantage l'accent sur l'influence des territoires sur l'évolution du réseau, rejoignant par-là l'approche du groupe NORAO (Nouvelles Organisations Régionales en Asie Orientale) par exemple et leurs travaux sur l'intégration régionale (Taillard, 2004) qui furent étendus par la suite à la comparaison avec l'Amérique centrale dans l'ANR Transiter. L'influence des territoires ne se situe pas qu'au

niveau de ce que les économistes spatiaux appelleraient la « demande », mais aussi et bien souvent au niveau politique, faite d'effets de barrière favorisant ou non la connectivité du réseau et l'émergence de *hubs* portuaires au sein d'un espace régional. On se rendait compte par ailleurs que la macro-région n'avait pas été l'échelle de référence de beaucoup de travaux en géographie portuaire (Ng et Ducruet, 2014). Sur les 400 articles passés au crible, 48% portent sur un port en particulier, 22% sur le niveau national, 10% sur l'infranational, 13% sur le transnational, et seulement 1% sur le niveau macro-régional comme celui des bassins ou des mers. Au niveau national, la question de l'accessibilité régionale dans un réseau maritime de flux de passagers fut discutée dans le cas de la Finlande (Makkonen et al., 2013), de l'Indonésie (Frazilia et Zukhruf, 2015) et de la Grèce (Tsiotas et Polyzos, 2015), avec pour but d'identifier des écarts entre demande locale et accessibilité pour appuyer des politiques de rééquilibrage de l'offre.

### 2.2.1 Régions maritimes et échelles différenciées des flux

Une grande partie des analyses régionales de réseaux maritimes portèrent sur les réseaux conteneurisés et sur une région en particulier. Le bassin caribéen attira l'attention de plusieurs chercheurs de par sa position de carrefour entre grandes lignes maritimes, entre échelle locale et mondiale (McCalla, 2004 ; McCalla et al., 2005 ; Veenstra et al., 2005). Les auteurs mobilisaient la théorie des graphes et celle des lieux centraux via une réflexion sur les échelles des flux (ex : connections intra- et extrarégionales), la concurrence portuaire, le rôle des grands armateurs et de leurs alliances, enfin le développement des *hubs*, comme celui de Kingston en Jamaïque (McCalla, 2008a, 2008b), questionnant l'influence du site et de la situation du *hub* sur son activité de transbordement, en rapport avec des travaux plus théoriques sur les *hubs* (Fleming et Hayuth, 1994 ; Fleming, 2000). Des glissements de centralité s'opèrent entre les différentes sous-régions du bassin du fait des alliances et de la croissance de l'activité de transbordement, d'où une différenciation géographique et fonctionnelle du réseau, au-delà de sa seule topologie. L'importance accordée aux acteurs, comme décrit dans la partie précédente, a malgré tout tendance à accorder les pleins pouvoirs aux compagnies maritimes, qui semblent se jouer de l'espace et des lieux dans l'édification de leurs réseaux, reflétant par-là une conception somme toute plutôt « *top-down* » des réseaux maritimes. Il est cependant indéniable qu'au niveau mondial, les alliances entre grands armateurs ont par exemple accru le nombre de ports au sein de leurs réseaux, comme observé par Slack et al. (2002) sur la période 1989-1999, tandis que le nombre total de ports desservis par les lignes conteneurisées toutes confondues est resté stable. La région maritime devenait région fonctionnelle, faite de pôles plus ou moins hiérarchisés et se livrant bataille pour asseoir leur domination sur le système, au service des grands armements.

Cette échelle d'analyse fut aussi un terrain propice pour l'analyse comparative de régions maritimes, toujours sous l'angle des réseaux conteneurisés, comme les Caraïbes et la Méditerranée (McCalla et al., 2004) (Figure 20), la Méditerranée et le nord européen (Ducruet, 2010), mais aussi les Caraïbes, la Méditerranée, et l'Asie orientale (Mareï et Ducruet, 2015). L'approche comparative permettait alors de dépasser la monographie par une interrogation sur la différenciation régionale des logiques globales, mais le territoire restant en toile de fond. Si McCalla et al. (2004) avaient en commun avec les travaux précités de ne citer que des références sur le transport maritime et aucune sur l'espace considéré, leur article s'ouvrait néanmoins sur quelques éléments socio-économiques de cadrage, comme la surface, la

longueur de côtes, le nombre de pays, la population, et le Produit National Brut des deux bassins. L'apport des comparaisons tenait davantage dans la mise en valeur de structures plus ou moins centralisées et de l'importance variables des différentes échelles de flux d'un espace à un autre, dans une perspective dynamique à deux ou trois dates-clé, avant et après la formation des grandes alliances, l'émergence des grands hubs, la rationalisation et la massification des services. L'interprétation des structures observées renvoie non seulement aux logiques d'acteurs mais aussi aux territoires : le réseau caribéen est plus instable qu'en Méditerranée car moins mature économiquement et plus en proie aux alliances (McCalla et al., 2004) ; l'Europe méridionale est bien plus polycentrique que l'Europe nordique, entièrement polarisée par seulement Hambourg et Rotterdam, ce qui s'explique surtout par le morcellement géographique des arrière-pays au Sud et la plus forte intermodalité au Nord (Ducruet, 2010) ; l'Asie orientale apparaît comme « plus intégrée » que les autres de par sa plus forte proportion de flux mixtes, c'est-à-dire de trafic sur des ports ou des liens combinant à la fois circulations intra- et interrégionales (Mareï et Ducruet, 2015), ces deux échelles étant de plus en plus associées aux mêmes ports et liens dans les trois régions, entre 1996 et 2011. L'un des résultats marquants est que la multiplication des relations maritimes au sein d'un espace donné peut signifier une dynamique d'intégration régionale mais aussi l'émergence d'un *hub*, point de transfert des conteneurs.

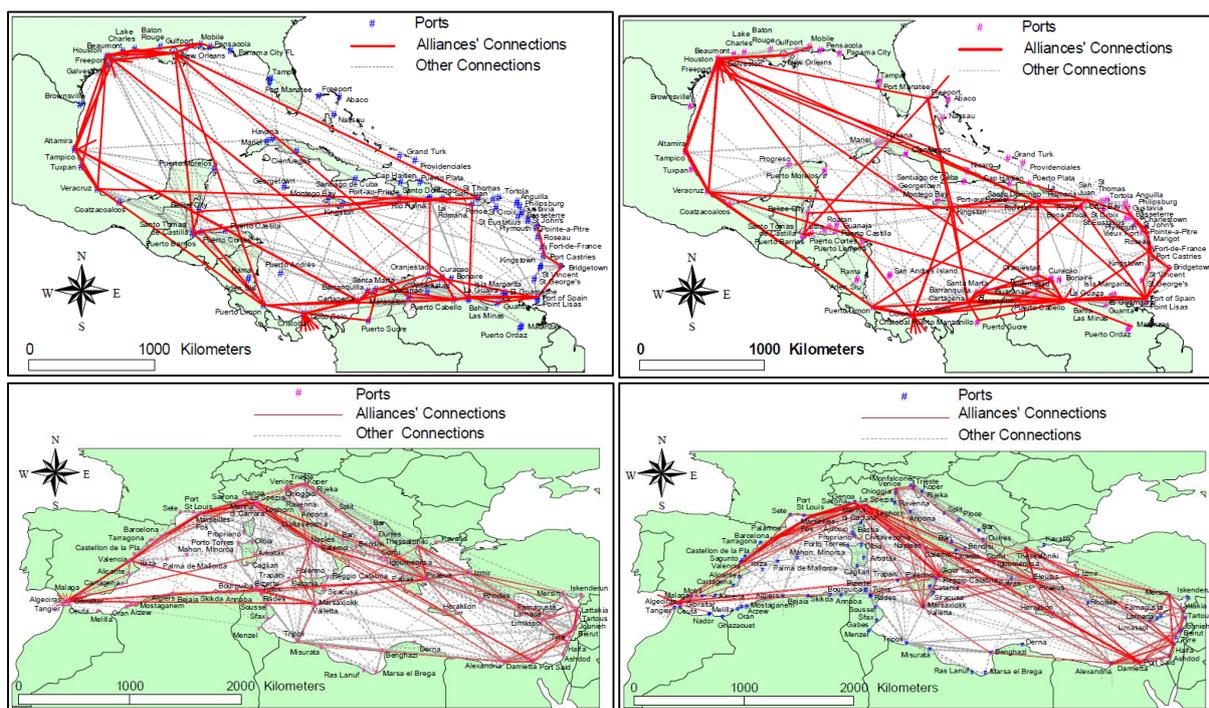


Figure 20 : Réseaux conteneurisés caribéen (haut) et méditerranéen (bas) en 1994 (gauche) et 2022 (droite) (McCalla et al., 2004)

Toujours au niveau transnational, Plasschaert et al. (2011) proposèrent de valider la dimension systémique d'une façade maritime, choisissant le cas d'école de la rangée nord-européenne du Havre à Hambourg, en référence aux travaux fondateurs d'André Vigarié (1964) et à ceux plus récents d'Arnaud Lemarchand et Olivier Joly (2009) l'intégration régionale et les dynamiques portuaires. A partir de la base *Alphaliner* sur les services conteneurisés, les auteurs concluent principalement que des ports britanniques comme Tilbury ou Felixstowe devraient être inclus dans cette « entité économique-géographique

intégrée », mais sans proposer de visualisation. Les connexions conteneurisées entre les ports d’Afrique australe (Fraser et al., 2016) ainsi que des Canaries (Tovar et al., 2015) jetèrent plutôt leur dévolu sur la hiérarchie portuaire en termes de connectivité et de polarisation avec une mise en perspective globale mais plus centrée sur les ports que sur les acteurs maritimes ou le territoire régional. Le travail de Tran et Haasis (2015) se démarque des autres par l’originalité du cadre géographique choisi, le corridor circumterrestre Est-Ouest, et la multiplicité des mesures et méthodes employées pour décrire l’évolution du réseau de 1995 à 2011 (Figure 21). Les auteurs concluent à la croissance rapide du réseau étudié en termes de ports, arcs, navires et services déployés, mais aussi à l’allongement des liens, la déconcentration du trafic, et à une différenciation des constituants régionaux du système en termes de rythmes de croissance inégaux.

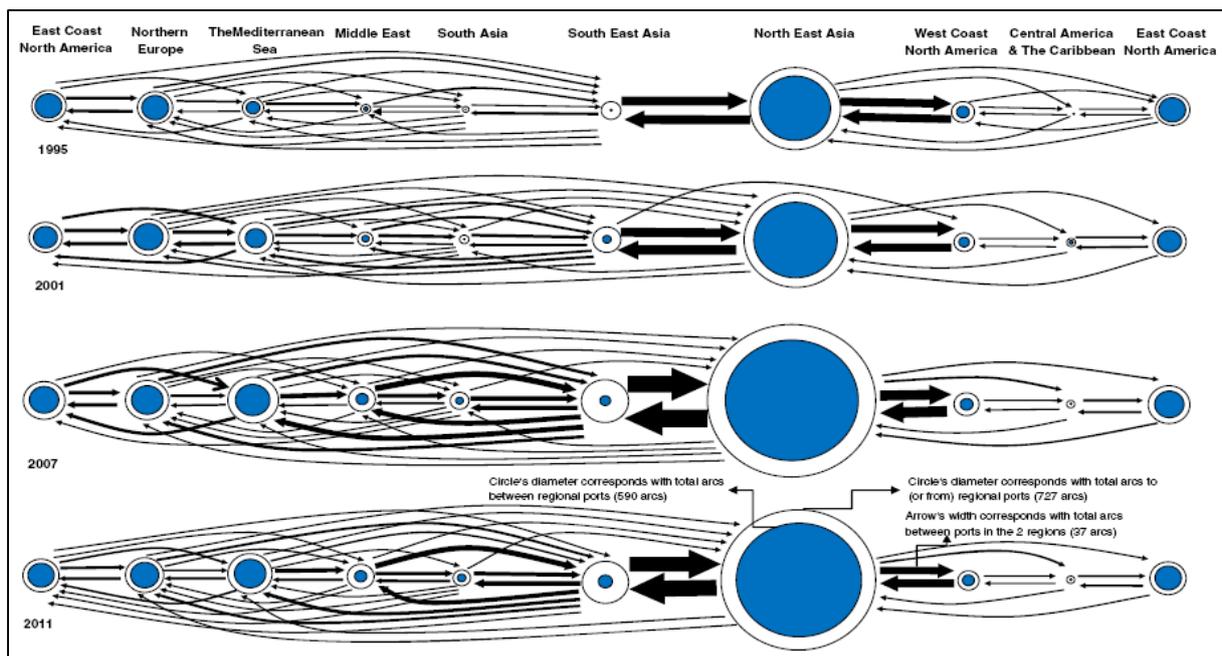


Figure 21 : Evolution du corridor maritime Est-Ouest de 1995 à 2011 (Tran et Haasis, 2015)

On pouvait, sur la base de ces travaux, envisager une typologie des régions maritimes, des plus centralisées ou polarisées aux plus homogènes ou intégrées, en passant par la configuration polycentrique intermédiaire. Le milieu des années 1990, qui avait vu s’accélérer la course au gigantisme des porte-conteneurs et la mise en place des configurations régionales en *hub-and-spokes*, semblait être le point de rupture. Pour autant, la plupart des travaux précités n’arrivaient pas à valider empiriquement le passage de l’homogène au centralisé, c’est-à-dire à conclure de façon nette sur les impacts, en théorie énormes, des stratégies des grandes compagnies maritimes sur la hiérarchie portuaire régionale (voir Cullinane et Khanna, 2000). Une partie des flux leur échappait, comme le cabotage, le transport maritime de courte distance, hors des grands corridors et nœuds gordiens du système. Ainsi des forces contraires s’exerçaient simultanément sur les flux pour lisser les résultats, celles du haut (les grands acteurs économiques) et celles du bas (les territoires). Le global ne l’emportait pas sur le local. En y regardant de plus près, on s’apercevait même que réseaux maritimes et espaces régionaux entretenaient des relations bien plus subtiles qu’une simple différenciation de niveaux de circulation, à travers plusieurs travaux complémentaires sur l’émergence des *hubs* de transbordement.

## 2.2.2 Les hubs maritimes, entre espace économique et espace politique

Le niveau régional représentait l'échelle pertinente pour l'analyse de ces *hubs* « intermédiaires », assurant à la fois la desserte intra-régionale et se positionnant sur les routes interrégionales (Rodrigue et Notteboom, 2010). L'observation de l'émergence d'un *hub* dans le temps fut l'une des motivations principales de mon travail sur la Corée du Nord. Il n'existait, et on ne s'en étonnera guère, aucune recherche sur les ports et le transport maritime en Corée du Nord<sup>17</sup>, hormis des bribes d'information éparpillées entre plusieurs rapports et articles de presse. Mes analyses portèrent ainsi sur l'avant-pays maritime mondial de la Corée du Nord (Ducruet, 2008), les flux maritimes intercoréens (Ducruet et Roussin, 2007a, Ducruet et al., 2008), et l'impact des évolutions logistiques et économiques internes sur les flux maritimes (Ducruet et Jo, 2008 ; Ducruet et al., 2009). Les résultats principaux confirmaient la décroissance des liens maritimes de longue distance de la Corée du Nord suite à la chute de l'URSS et du bloc socialiste (1989-1991) et à la crise politique, économique et humanitaire qui s'en suivit. L'évolution des flux montrait reflétait également le recentrage de l'économie nord-coréenne autour de la région capitale de Pyongyang-Nampo, le pays tout entier étant en proie à une véritable « désintégration territoriale » (Ducruet et Roussin, 2007b). Cette région était en effet celle où subsistaient les 20% d'usines encore en état de fonctionner, mieux connectée à la Chine par voie terrestre, et ayant moins de coupures électriques que les autres régions, devenues périphériques.

L'évolution des flux maritimes intercoréens retenait tout particulièrement mon attention, les deux pays étant encore officiellement en guerre suite à l'armistice de 1953, et leur frontière, réputée étanche même si sujette à de nombreuses porosités (Gelézeau et al., 2013), constituait l'un des plus grands écarts d'Indice de Développement Humain (IDH) de la planète entre pays voisins (Didelon et al., 2008). Or ces flux maritimes soutenaient la quasi-totalité des échanges commerciaux intercoréens, mais n'avaient jamais été cartographiés. On montrait ainsi des choses nouvelles, comme le glissement de l'est à l'ouest des relations principales (Figure 22), mais aussi et surtout un fait en apparence contradiction avec la division politique et diplomatique de la péninsule : la dépendance accrue de la Corée du Nord envers le hub sud-coréen. Certes, les deux Corées avaient officiellement signé en 2004 un accord maritime autorisant leurs navires à accoster dans leurs ports respectifs. Mais ce glissement vers le *hub* sud-coréen et notamment Incheon montrait surtout à quel point les logiques économiques du mode maritime prenaient le pas sur les questions politiques : Incheon (et la Corée du Sud dans son ensemble) était par ailleurs le laboratoire d'une stratégie de hub logistique et financier pour toute l'Asie du Nord-Est, et une localisation optimale pour le transit des conteneurs à destination du Japon et de la Chine du Nord. On observait, de plus, une spécialisation des *hubs* autour de la Corée du Nord : Dalian (Chine) et Vladivostok (Russie) concentraient les flux des navires nord-coréens eux-mêmes, tandis qu'Incheon et Busan concentraient ceux des flottes occidentales voire « capitalistes ».

---

<sup>17</sup> Un rapport d'évaluation anonyme reçu à l'occasion d'un article soumis à la conférence de l'International Association of Maritime Economists (IAME) de Dalian en 2008 allait même jusqu'à poser la question de la pertinence même de notre recherche, étant donné le faible PNB de ce pays sur la scène internationale...

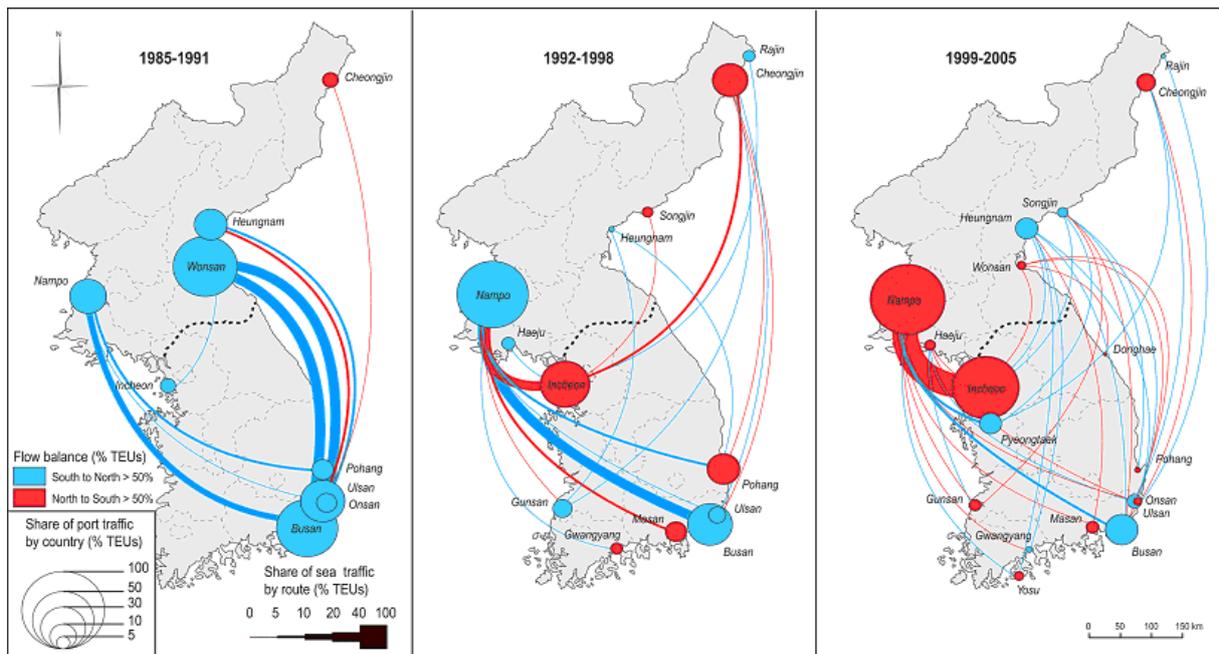


Figure 22 : Flux maritimes conteneurisés intercoréens, 1985-2005 (Ducruet et al., 2012)

Le resserrement des flux intercoréens entre Incheon et Nampo relevait ainsi moins d'une intégration en cours de la péninsule coréenne (comprise comme symptôme possible d'une réunification avant l'heure, fonctionnelle plus que politique) que d'une manifestation grandiose du trafic de transit entre l'occident et la Corée du Nord *via* la Corée du Sud. La fonction de la Corée du Sud était-elle de blanchir les flux nord-coréens à l'export, eu égard au blocus commercial toujours en vigueur depuis l'arrangement Wassenaar de 1996, ou une simple plateforme humanitaire à l'import ? Cette dépendance accrue du Nord envers le Sud était dans tous les cas quelque peu artificielle, à l'instar du *hub* de Tanger dans sa polarisation du reste du Maghreb. Elle correspondait *in fine* à la difficulté croissante du Nord à assurer lui-même ses propres flux, dans un contexte de baisse rapide de la taille moyenne des navires touchant les ports nord-coréens (baisse de la demande, mauvaise maintenance des chenaux d'accès, détérioration des outils de manutention) et de vieillissement rapide de la flotte nord-coréenne (chantiers navals à l'arrêt, absence de capitaux pour l'achat de nouveaux navires). La mise à jour de cette étude dans un rapport récent pour le *Korea Maritime Institute* de Séoul confirma d'ailleurs que ce *hub* sud-coréen ne fut que temporaire, la Corée du Nord se voyant dans les années récentes (2010-2015) plutôt devenir dépendante de la Chine pour son accès au reste du réseau maritime mondial, l'influence de la Chine sur ce pays devenant alors totale, terrestre et maritime – certains auteurs allant jusqu'à parler de la Corée du Nord comme d'une province chinoise supplémentaire.

Mon analyse de l'évolution du réseau conteneurisé d'Asie du Nord-Est (Ducruet et al., 2010a), plus tard élargie à l'Asie orientale tout entière (Ducruet et al., 2011a) partait d'une question assez simple : la croissance des flux conteneurisés chinois allaient-ils se traduire par une polarisation croissante du réseau régional par la Chine ? L'hypothèse était alors que la centralité des ports dans le réseau régional allait de pair avec l'évolution du tonnage, les grands ports étant communément qualifiés de « grands *hubs* » dans les médias ou la presse spécialisée. La visualisation des flux majeurs (Figure 23) fut éloquent. En 1996, on observait alors très nettement la domination de Hong Kong, le *hub* régional principal, sur la Chine et une

partie des autres ports, Busan en Corée dominant plutôt de multiples ports secondaires japonais et russes d'Extrême-Orient. Kobe, Nagoya et Yokohama, ports majeurs japonais dans l'orbite de Hong Kong, recevaient encore les faveurs des grands armements, eu égard à leur poids économique considérable, adossés à la mégalopole. Suite au tremblement de terre de Kobe en janvier 1995, ce port avait cependant perdu une grande partie de son trafic de transit à l'avantage de Busan. Dix ans plus tard, l'on devait s'attendre à voir les ports chinois du « *mainland* » (continent) renverser la tendance, Shanghai n'étant encore en 1996 qu'un satellite mineur de Hong Kong. En effet la Chine n'était pas encore à cette date arrimée de façon directe aux lignes régulières des grandes compagnies et alliances maritimes. Il n'en fut rien ou presque. En 2006, Shanghai n'avait gagné que trois flux majeurs supplémentaires, tandis que les grands ports japonais n'étaient quasiment plus que des antennes périphériques du système régional. Busan était devenu le *hub* principal de la région, devant Hong Kong, étendant son emprise sur le Japon mais aussi sur la Chine. En ceci il était secondé par Incheon, porte d'entrée de Séoul, rayonnant sur la Chine du Nord.

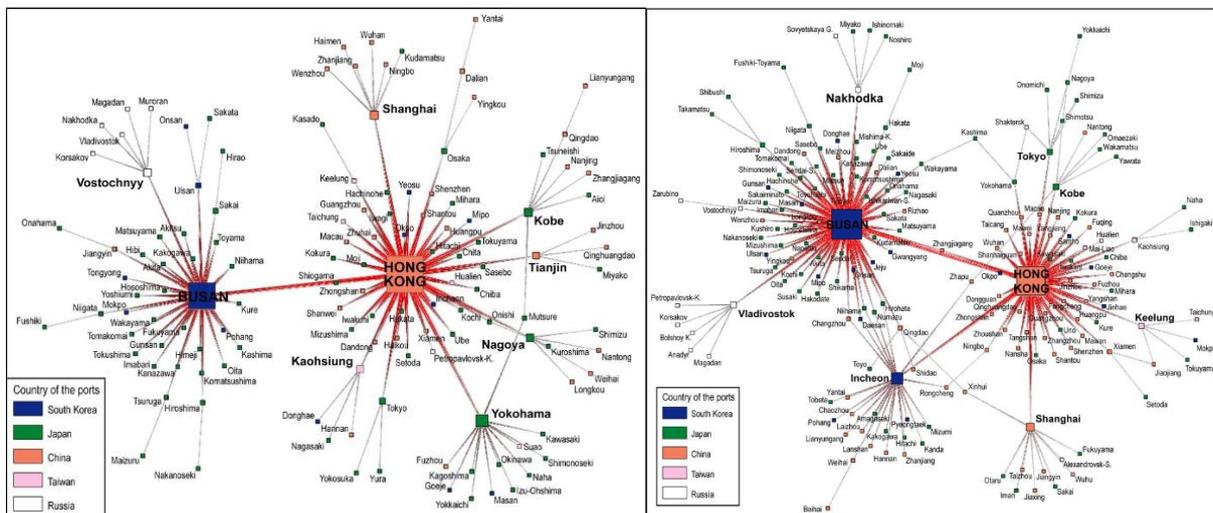


Figure 23 : Centralisation du réseau conteneurisé d'Asie du Nord Est en 1996 (gauche) et 2006 (droite) (Ducruet et al., 2010a)

Les causes purement économiques liées aux armateurs ou à la croissance chinoise ne suffisaient pas à expliquer la tendance. Il fallait plutôt faire appel à la connaissance de la politique coréenne de développement d'un *hub* non seulement logistique mais aussi technologique et financier en Asie du Nord-Est, sur la base de gigantesques terrains poldérisés servant à l'accueil de nouvelles zones franches (voir Frémont et Ducruet, 2004, 2005 ; Ducruet, 2007, 2010 ; Ducruet et al., 2012). Le transbordement était par ailleurs ce qui pouvait conférer à la Corée un rôle-clé dans l'arrimage physique de l'Asie au reste du monde, ce qui était aussi le cas dans le domaine aérien, avec le nouvel aéroport d'Incheon construit en 2001. En retour, ces résultats nous interrogeaient sur une telle faiblesse de centralité maritime en Chine. Les questions douanières, politiques voire géopolitiques étaient certainement une bonne partie de la réponse, la Chine malgré ses volumes portuaires et ses terminaux modernes à moindre coût ne pouvant prendre la place du dragon capitaliste coréen sur l'échiquier des *hubs* asiatiques. On pouvait même aller jusqu'à interroger les questions de sécurisation des flux physiques et d'information et la « *main invisible* » étatsunienne.

Pourtant en 2005, Shanghai se doublait (ou plutôt se triplait) du nouveau port en eau profonde de Yangshan, véritable méga-zone industrialo-portuaire. Or ce nouveau nœud dans le réseau avait surtout vocation à redistribuer les flux conteneurisés en interne, au niveau national et du corridor fluvio-maritime du Yangtze (Wang et Ducruet, 2012). L'analyse non publiée des mêmes flux en 2011 montrait un regain de centralité des ports chinois mais toujours sur une base locale, Busan restant le pivot majeur de la région tout entière, l'écart se creusant avec Hong Kong, ce dernier délaissant de plus en plus son rôle de *hub* physique au profit du *hub* financier (Lee et Ducruet, 2009 ; Wang et Chen, 2010). Cette analyse du réseau conteneurisé d'Asie du Nord-Est fut ainsi l'occasion de multiplier les liens entre quantitatif et qualitatif, les résultats ne pouvant être discutés autrement qu'en relation avec des travaux menés en parallèle sur les nœuds précis du réseau, leur évolution interne et leur place dans l'économie, les politiques et territoires nationaux.

Enfin, le terrain du Maghreb fut une opportunité exceptionnelle de pousser plus loin la question de l'influence des frontières politiques sur l'organisation d'un réseau maritime régional. Un premier essai (Mohamed-Chérif et Ducruet, 2011) montra qu'Alger en 2006 avait bien un rôle de *hub* régional conteneurisé au Maghreb, même si le Maroc échappait quelque peu à cette emprise (Figure 24), et notamment les ports principaux de Casablanca et Tanger, même avant l'ouverture du nouveau Tanger-Med en 2008.

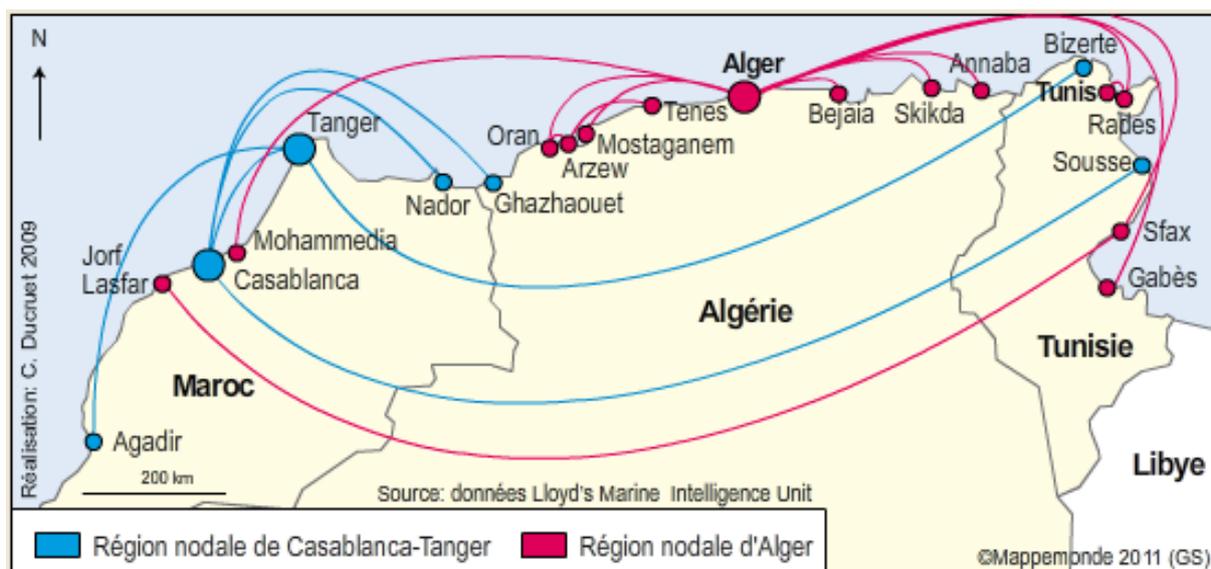


Figure 24 : Flux majeurs conteneurisés au Maghreb en 2006 (Mohamed-Chérif et Ducruet, 2011)

L'analyse des avant-pays se contentait de discuter des différences entre les trois pays en termes de connexions lointaines, en rapport avec la dépendance accrue mais différenciée envers les *hubs* portuaires Méditerranéens préexistants comme Tarente, Marsaxlokk, Gioia Tauro, Algésiras, ou encore Cagliari. Les résultats étaient systématiquement discutés en prise avec le terrain, les politiques portuaires et économiques locales et nationales, l'évolution du commerce, et les stratégies d'acteurs globaux de la manutention dans cette région (voir Mohamed-Chérif et Ducruet, 2012).

La mise à jour des données maritimes permet de prendre en compte l'impact de l'émergence de Tanger-Med sur le réseau maritime régional (Mohamed-Chérif et Ducruet, 2015). Ce

dernier était défini par un *ego-network* comprenant les ports maghrébins et leurs voisins topologiques immédiats (Figure 25). On observait ainsi qu'en 1996, les ports des trois pays (Maroc, Algérie, Tunisie) n'étaient connectés qu'indirectement via des ports tiers souvent européens, destinations et origines communes de leurs flux, comme Marseille-Fos ou Le Pirée. En 2006, les flux s'étaient multipliés au sein même du Maghreb, quand bien même les flux commerciaux entre les trois pays n'avaient, eux, quasiment pas évolué. Alger, Rades (Tunis) et Casablanca, les trois plus grandes villes portuaires, dominaient le réseau conteneurisé, laissant entrevoir la possibilité pour le Maghreb d'accroître sa connectivité malgré les contraintes précitées.

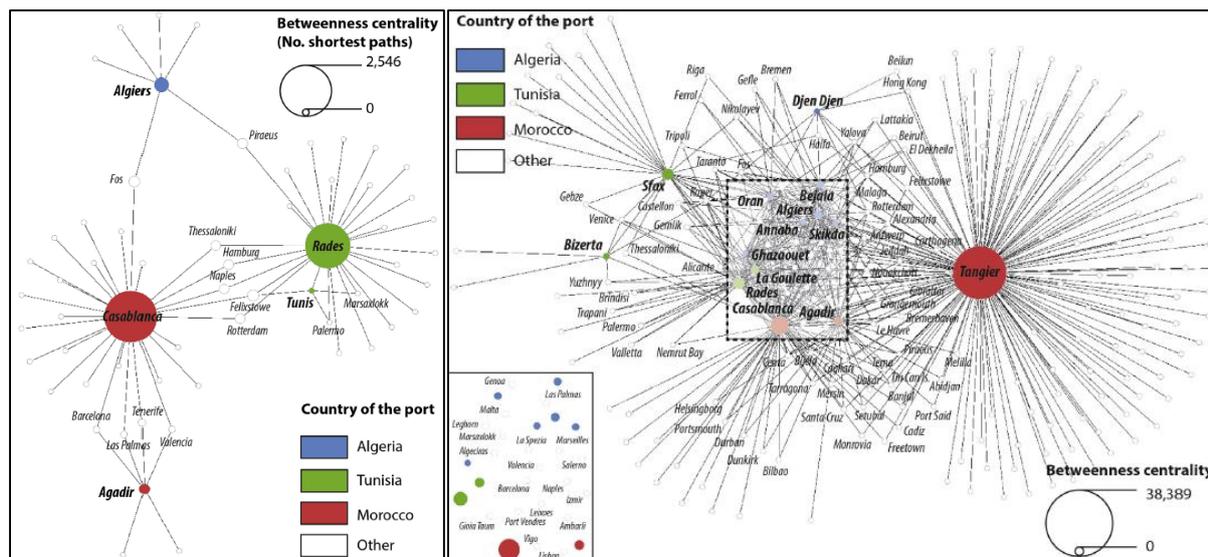


Figure 25 : Ego-networks maritimes des ports maghrébins en 1996 et 2011 (Mohamed-Chérif et Ducruet, 2015)

Or en 2011 le système montrait une certaine stabilité à un certain niveau de lecture, auquel se surimposait le rayonnement sans précédent de Tanger, seul port connecté à tous les autres de la région. Les stratégies de développement de *hubs* en Algérie (Dubai World Ports à Alger et Djen Djen, Protek à Béjaia) et en Tunisie (zone d'Enfidha) n'avaient vraisemblablement pas porté les fruits escomptés, le *hub* marocain étant devenu le principal connecteur en local. On assistait alors à une intégration plutôt hiérarchique et logistique avant d'être commerciale et territoriale, mais à une intégration quand même, tranchant avec la vision erronée mais communément admise de trois pays sans liens et uniquement polarisés par l'Europe et des logiques Nord-Sud. Un approche similaire par les flux d'hydrocarbures souleva même de vives critiques locales<sup>18</sup> tant était montrée cette connexion transversale bien tangible mais jamais affichée (Ducruet et Mohamed-Chérif, 2014). L'émergence du *hub* de Tanger soulevait de multiples questions que je pouvais plus avant sur d'autres terrains, comme en Asie, sur le degré de polarisation des *hubs* sur les ports voisins, et l'influence des facteurs politiques sur l'émergence de ces pivots maritimes dans un port/pays mais pas dans un autre. Dans tous les cas, la lenteur dans l'application des partenariats méditerranéens et la perspective d'une

<sup>18</sup> Un collègue marocain des Ponts et Chaussées alla jusqu'à vérifier nos dires auprès de la capitainerie du port de Casablanca et s'excusa de ses propos quelque peu agressifs lorsqu'il s'exprima avec certitude sur l'absence totale et indiscutable de flux d'hydrocarbures entre des ports marocains et algériens. Cela permit de prouver encore une fois la fiabilité des données de la *Lloyd's* par rapport au « terrain ».

croissance toujours plus forte des échanges Est-Ouest offraient un terrain propice à une telle centralisation (Foschi, 2002).

## 2.3 La régionalisation des circulations maritimes mondiales

Des recherches au niveau mondial furent proposées avec comme point d'orgue la mise en valeur de structures régionales. Cela tranchait avec la partie précédente considérant le niveau régional comme tenu pour acquis, le bassin ou la façade maritime étant définis arbitrairement sur la base des contours géomorphologiques des « régions maritimes ». A cette approche « par le bas » donc succèdent des approches « par le haut », sans a priori sur l'étendue de régions maritimes plutôt définies sur une base fonctionnelle. Deux approches peuvent être distinguées et sont présentées successivement : la différenciation régionale des centralités maritimes, du point de vue des grands nœuds du système, et la résilience de certains liens faibles, sous l'angle des ports moyens et secondaires. Dans tous les cas ces travaux, bien qu'ayant en commun certaines méthodes d'analyse avec la « science des réseaux », ont également en commun avec les précédents de placer l'espace géographique au centre de l'analyse, au-delà des questions méthodologiques posés par le découpage d'une matrice de flux en en blocs régionaux. Le partitionnement de flux maritimes mondiaux en sous-ensembles fut initié par une équipe de biologistes, physiciens et informaticiens (Kaluza et al., 2010) puis par des géographes chinois (Wang et Wang, 2011). Or leur ambition respective était plutôt de situer les ports dans un espace-support, que cela porte sur la capacité du réseau maritime à favoriser les invasions biologiques, ou sur l'identification des grands *hubs* mondiaux. Ainsi la régionalisation maritime du monde ou « métagéographie maritime » n'était pas encore bien validée vis-à-vis de sa capacité à confirmer ou non des structures régionales plus générales à l'instar des travaux sur les flux aériens (voir Cattan, 2004 ; Amiel et al., 2005). D'autres contributions semblables en resteront à ce niveau d'analyse, le partitionnement servant principalement à identifier des hubs existants ou émergents (Cullinane et Wang, 2012 ; Montes et al., 2012 ; Gonzalez-Laxe et al., 2012 ; Freire Seoane et al., 2013 ; Wang et Cullinane, 2014) mais sans questionnement sur les espaces ou régions sous-jacents.

Dans un premier temps, la vulnérabilité des ports en soi et par rapport aux canaux transocéaniques (Suez, Panama) révèle la vulnérabilité plus grande de l'espace européen par rapport aux autres. Dans un second temps, le partitionnement des matrices de flux mondiaux confirme de toute évidence la polarisation asiatique mais aussi la capacité unique des ports européens à entretenir des liens de longue distance avec d'autres continents sans passer par un *hub* intermédiaire. L'Europe est ainsi au cœur de cette réflexion sur les flux mondiaux, que l'on s'efforcera de replacer dans un contexte plus global sur la mondialisation et la régionalisation.

### 2.3.1 La différenciation régionale des centralités portuaires

L'analyse des flux conteneurisés mondiaux en 1996 et 2006 sous l'angle du graphe permet de cartographier les changements s'étant produits au niveau individuel des ports en termes de centralité (Figure 26) : si le trafic conteneurisé progressait partout en tonnage absolu, il n'en était pas de même pour le degré et encore moins pour la *betweenness*, plutôt en recul dans les pays développés (hémisphère Nord, Australie). C'est sur ce point que l'apport de l'analyse de réseau était la plus probante : les mesures globales de réseau, par ailleurs plutôt stables

entre 1996 et 2006, ne suffisaient pas car elles masquaient des évolutions très contrastées entre régions du monde (Ducruet et Notteboom, 2012). De tels résultats permettaient de croiser les facteurs possibles d'explication : niveaux de développement socio-économique régionaux et nationaux, rattrapage des pays émergents, concurrence et concentration portuaire locale, etc.

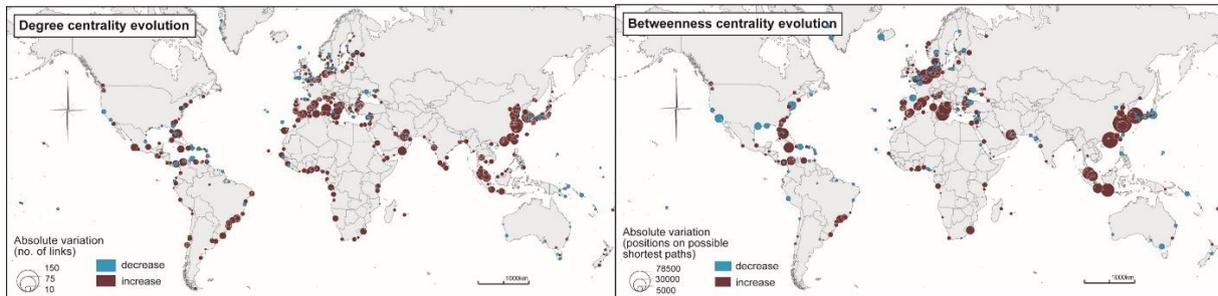


Figure 26 : Variations différenciées de centralité portuaire, 1996-2006 (Ducruet et Notteboom, 2012)

Ce travail porta ensuite sur la représentation du rayonnement maritime des ports (Figure 27), sur la base de la transitivité. Si la grande majorité des régions dites « nodales » se calquaient sur une rangée ou une façade donnée de dimension plutôt locale, celle centrée sur Hong Kong avait une dimension autre, s'étendant en 1996 de l'Europe du Nord-Ouest à la côte Pacifique des Etats-Unis. Hong Kong étant non seulement un *hub* d'Asie orientale mais aussi et surtout une porte d'entrée vitale pour la Chine, on pouvait lire dans cette carte l'emprise démesurée de l'Asie et de la Chine sur les circulations mondiales. L'évolution en 2006 le montrait alors plus nettement encore : la région nodale de Hong Kong délaissait quelque peu l'Europe pour englober la quasi-totalité des côtes africaines. On avait la confirmation de travaux plus qualitatifs sur le basculement de l'Afrique vers l'Asie (Chaponnière, 2010). L'Europe quant à elle apparaissait plus morcelée qu'avant, et l'Amérique du Nord davantage tournée vers l'Amérique latine. Le réseau maritime servait ainsi de révélateur de réalités plus vastes sur le système-monde et son découpage.

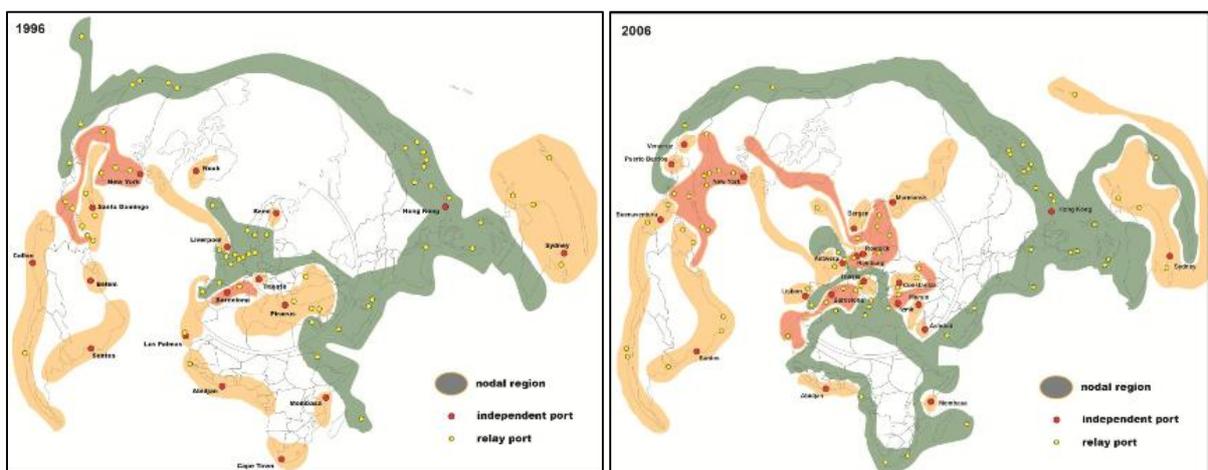


Figure 27 : Régions nodales du réseau conteneurisé mondial en 1996 et 2006 (Ducruet et Notteboom, 2012)

Or de telles analyses occultaient une dimension cruciale du réseau maritime : sa forte dépendance aux canaux transocéaniques de Suez et Panama (Figure 28). Les rares estimations

(environ 13% du commerce mondial) n'abordaient jamais la répartition géographique de l'influence. Dans tous les cas ces canaux constituaient des infrastructures « critiques » (Salter, 2008), confrontées à la recherche de routes alternatives pour fuir coûts de passage, congestion, et piraterie (Verny et Grigentin, 2009 ; Fu et al., 2010 ; Liu et Kronbak, 2010 ; Notteboom, 2012). Les discussions de plus en plus poussées sur la vulnérabilité des réseaux maritimes, les risques divers d'interruption des circulations ou des ports, ou le caractère stratégique de certaines routes n'abordaient pour ainsi dire jamais la question des canaux du moins de manière explicite et systématique (Rodrigue, 2004 ; Angeloudis et al., 2007 ; Zavitsas et Bell, 2010 ; Berle et al., 2011).

Une première cartographie de l'importance des deux canaux dans le réseau conteneurisé mondial (Ducruet et Notteboom, 2012) fut ainsi complétée par un travail de fond sur la mesure de leur poids absolu et relatif dans ces flux (Ducruet, 2016). Cette cartographie sur la seule base topologique permettait d'apprécier visuellement le fait qu'en 1996, deux grands groupes (Europe-Atlantique et Asie-Pacifique) se partageaient le gros de flux sans être connectés autrement que via ces deux canaux. En 2006, cette « bipolarisation » était moins nette, en vertu de nombreux liens transversaux entre ces deux groupes (Figure 28). Les deux canaux voyaient leur poids relatif baisser entre 1996 et 2006 de quatre points, et l'on pouvait même estimer la part, très mineure, des flux transitant par les deux canaux à la fois.

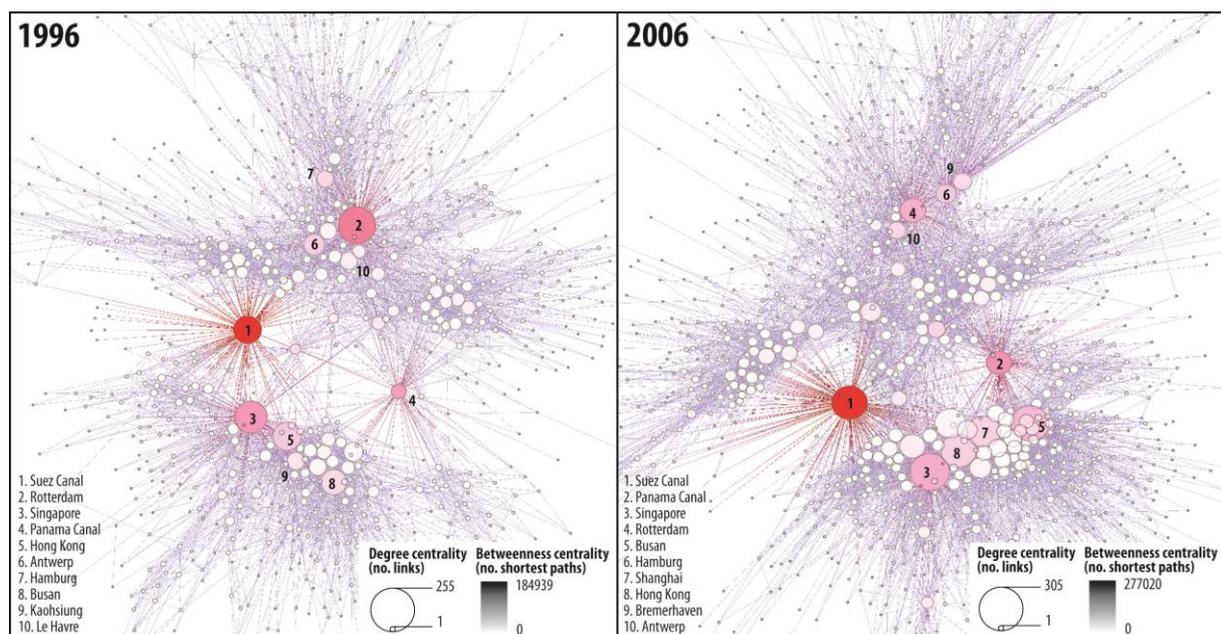


Figure 28 : Centralité des canaux transocéaniques au niveau mondial en 1996 et 2006 (Ducruet, 2016)

On calcula l'excentricité moyenne du réseau dans sa totalité puis de celui privé des circulations liées aux canaux (Tableau 2). En 1996, la suppression des circulations liées aux canaux entraînait systématiquement une baisse de l'excentricité soit un éloignement des ports les uns par rapport aux autres dans le réseau. Cela semblait assez logique étant donné le poids considérable des deux nœuds dans les flux, soit plus de 40% du total mondial aux deux années. Un phénomène inverse se produisait en 2006 : la suppression des canaux et des circulations liées améliorait la topologie en rapprochant les ports les uns des autres. Ce n'est qu'en cartographiant l'influence changeante des canaux au niveau individuel des ports du monde

qu'une interprétation devenait possible. On mesura cette fois l'écart d'accessibilité absolue et relatif (*betweenness centrality*) par port du monde avant et après suppression de toutes les circulations liées aux canaux (Figure 29). En 1996, l'opération améliorait fortement la centralité des ports sud-africains (Durban, Le Cap), ce qui n'était plus le cas en 2006, l'amélioration s'appliquant plutôt aux ports brésiliens. On pouvait en déduire que des routes directes avaient été créées entre les BRICS (ex : Chine, Inde, Brésil), donc sans passer par Suez ou Panama, d'où des effets positifs dans les « Suds ». Inversement, une perte très nette de centralité affectait surtout les ports européens. L'Europe apparaissait comme trop dépendante de ces deux accès interocéaniques, en situation de cul-de-sac. On retrouvait cette vulnérabilité européenne dans un travail plus récent à partir des mêmes données (Lhomme, 2015).

Réseau maritime		Excentricité moyenne	
		1996	2006
Entier avec les deux canaux		0,765	0,644
Sans les liens portant au moins 50% de trafic lié aux canaux	Panama	0,762	0,666
	Suez	0,698	0,742
	2 canaux	0,698	0,739
Sans tous les liens portant du trafic lié aux canaux	Panama	0,749	0,707
	Suez	0,674	0,731
	2 canaux	0,688	0,720

Tableau 2 : Effets topologiques de la suppression des canaux transocéaniques sur le réseau maritime mondial en 1996 et 2006 (Ducruet, 2016)

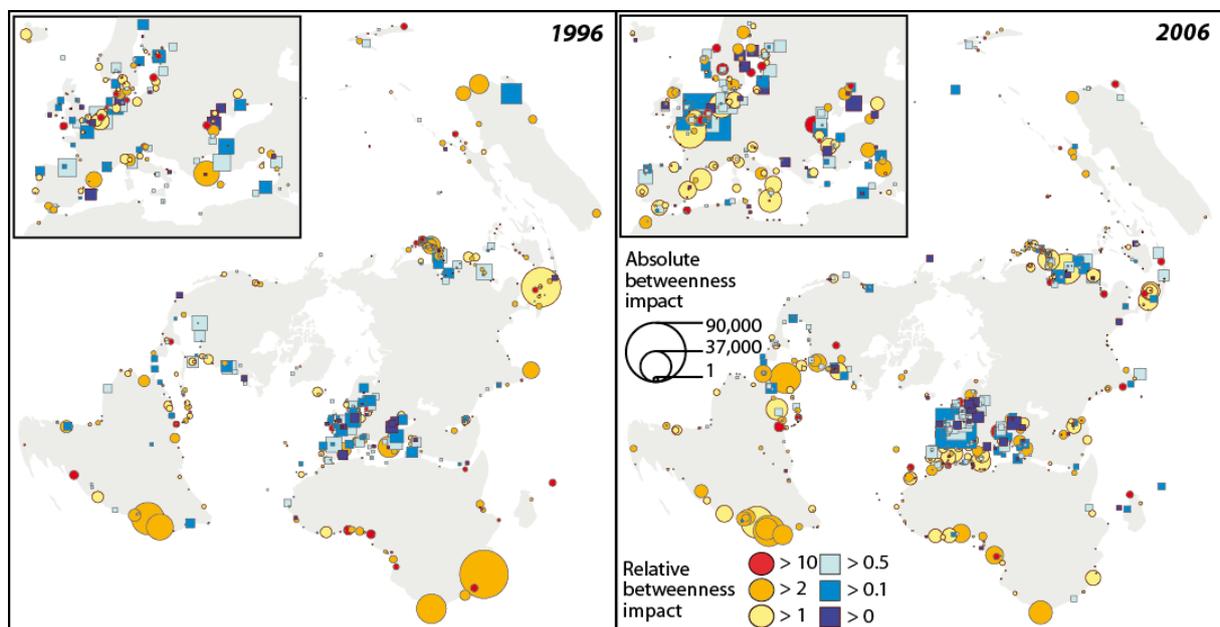


Figure 29 : Impact de la suppression des canaux transocéaniques sur la centralité des ports du monde en 1996 et 2006 (Ducruet, 2016)

Ce travail sur les flux conteneurisés fut étendu aux autres types de flux maritimes (Ducruet, 2013) avec pour but de vérifier l'influence de la diversité des trafics sur la centralité et le rayonnement des ports. Les résultats obtenus sur la base de cinq graphes emboîtés convergeaient de façon frappante. Les ports les plus diversifiés (5 catégories de trafic), bien que peu nombreux (24% du total), concentraient 80% du trafic mondial, avaient plus de

connections (175 contre 67 en moyenne), étaient plus accessibles (*betweenness centrality* de plus de 9000 contre 2500 en moyenne), se connectaient plus loin que les autres (2200 kilomètres en moyenne contre 1470 pour tous les ports et 930 pour les plus spécialisés), étaient plus densément connectés entre eux qu'avec les autres (coefficient *rich-club*), favorisaient des configurations en étoile de par leur coefficient de *clustering* plus faible que les autres (0,397 contre 0,621 en moyenne), enfin étaient topologiquement plus proches du centre du graphe (excentricité moyenne). On soulignait au passage la spécificité du graphe conteneurisé, ces flux concentrant le trafic des ports et liens les plus diversifiés, se concentrant sur les ports et les liens les plus diversifiés, et ayant le plus fort recouvrement avec le reste du réseau.

La régionalisation obtenue par l'application des flux majeurs au multigraphe maritime produisit des résultats intéressants (Figure 30). La première des deux cartographies concluait à une loi d'airain par laquelle les points nodaux des sous-ensembles ainsi obtenus étaient tous les ports les plus diversifiés, quelle que soit la région géographique considérée, et à de rares exceptions, comme Thunder Bay au Canada se trouvant pivot dominant d'une région nodale centrée sur les Grands Lacs. La région nodale la plus grande, toujours centrée sur l'Asie (Hong Kong, Singapour) rayonnait cette fois moins loin que pour les seuls flux conteneurisés, mais restait au cœur du système mondial. Avec la seconde cartographie, on passait d'une configuration purement hiérarchique à une différenciation régionale de la spécialisation des flux majeurs. La région nodale dominante asiatique s'avérait être un groupe spécialisé dans les flux conteneurisés, eu égard à la fonction d'exportation de produits manufacturés propre à cet ensemble géographique d'Asie orientale, Singapour se doublant d'un rôle de hub pétrolier. La seconde plus grande région centrée sur Rotterdam et couvrant une bonne partie de l'espace européen est nettement plus diversifiée, même si ici comme dans de nombreuses autres régions nodales, ce sont les ports spécialisés dans le trafic conteneurs qui dominent leurs voisins. D'autres régions spécialisés ressortent, comme la Méditerranée et le trafic passagers/roulier, ou encore le Golfe Persique pour le pétrole.

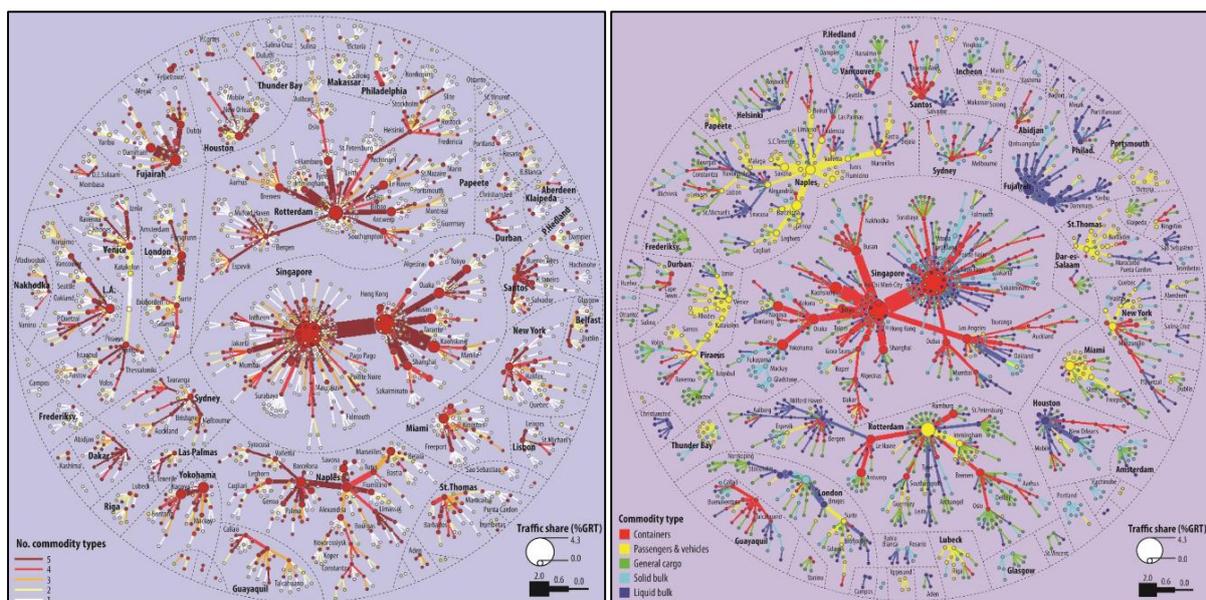


Figure 30 : Régions maritimes nodales et diversité des trafics (Ducruet, 2013)

### 2.3.2 Hors des *hubs* : la résilience des liens faibles

Les approches précédentes avaient permis de mettre surtout en valeur les grands ports mondiaux, dont les grands *hubs*, dans le réseau conteneurisé ou le multigraphe maritime. Or la méthode récurrente des flux majeurs montrait systématiquement les ports moyens et secondaires comme étant leurs subordonnés. On avait somme toute une vision très hiérarchique des flux maritimes, le découpage du monde ne s'expliquant que par des zones polarisées. Ne pouvait-on pas lire autrement les flux maritimes ? D'autres dimensions que la hiérarchie étaient-elles aussi à l'œuvre ?

Une première recherche complémentaire sur le réseau conteneurisé atlantique (Ducruet et al., 2010b) proposa un raisonnement en niveaux emboîtés, l'hypothèse étant qu'entre 1996 et 2006, les deux années d'observation, l'évolution économique et technologique du transport maritime conteneurisé devait avoir eu un effet notable sur l'organisation géographique des flux, le rôle accru des *hubs* ayant pour effet de polariser le réseau. L'application au graphe atlantique de la méthode des k-moyens (*bisecting k-means*) permettait d'une part de conserver une grande partie des liens, et d'autre part de mettre plus en avant la part des logiques non-hiérarchiques (Figure 31). On trouvait ainsi qu'en 1996, les sous-groupes étaient dans l'ensemble plutôt géographiques de par l'effet important de rangée et de façade. D'autres passaient outre les distances pour refléter davantage des proximités commerciales historiques, culturelles, linguistiques. Par exemple, des ports allemands étant groupés avec des ports brésiliens, des ports français avec des ports ouest-africains, enfin des ports ibériques avec des ports brésiliens. Le range nord-européen du Havre à Hambourg ressortait pleinement comme cœur du système atlantique tout entier et région fonctionnelle locale. En revanche, les grands ports européens et nord-américains n'étaient pour ainsi dire jamais groupés ensemble, mais plutôt avec leurs homologues des « Suds ».

En 2006, les liens commerciaux de longue distance, que l'on pourrait presque qualifier de postcoloniaux, étaient toujours visibles (ex : Lisbonne avec le Brésil et l'Angola, Bilbao et Santander avec les Antilles). Les ports de grandes villes (Le Havre / Paris, Felixstowe / Londres, Miami, New York, Houston...) devenaient partie intégrante d'une même région, tandis que les grands *hubs* européens comme Rotterdam, Hambourg et Anvers se recentraient sur l'Europe et son voisinage immédiat. De l'autre côté de l'Atlantique, les *hubs* latino-américains eux aussi avaient tendance à polariser leur entourage. On pouvait ainsi fournir un bilan en demi-teinte, la réorganisation logistique amenée par la conteneurisation en plein essor (croissance de la taille des navires, réduction des escales, centralisation des lignes régulières sur quelques *hubs* de transbordement) n'éliminant pas entièrement les schémas antérieurs de circulation. Mais on ne pouvait nier que l'intensification des connexions locales autour des *hubs* créait des sous-régions relativement artificielles, qui s'expliquaient certes par la proximité géographique mais bien plus par des logiques de réseau (stratégies des armateurs) que par les liens commerciaux réels entre partenaires commerciaux voisins.

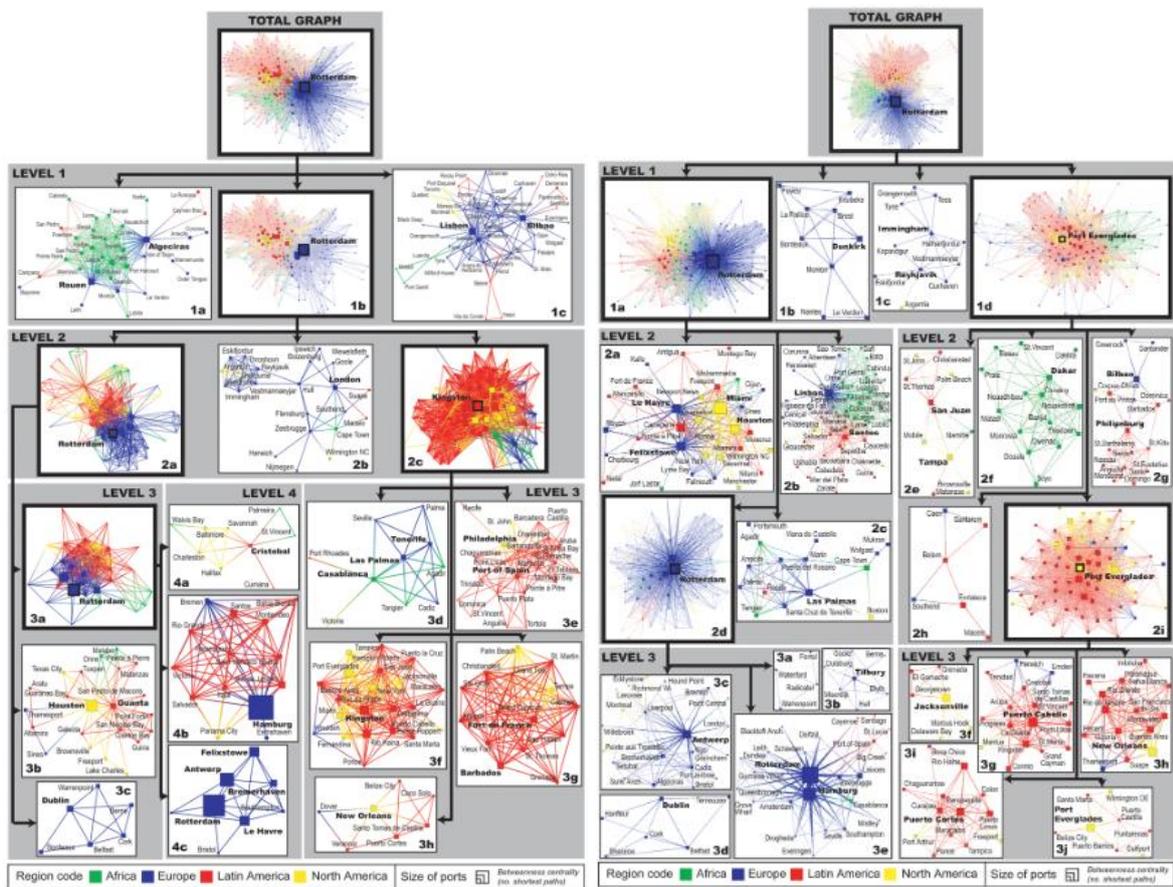


Figure 31 : Partitionnement du réseau maritime conteneurisé atlantique en 1996 (gauche) et 2006 (droite) (Ducruet et al., 2010b)

La décomposition topologique (Ducruet et Zaidi, 2012) permettait d'aller plus loin en se posant la question de savoir ce qui restait connecté sans les *hubs* dans le réseau conteneurisé, toujours aux mêmes dates. Un argument de taille était que si 80% des volumes de trafic conteneurisé mondial se concentraient sur des liens interportuaires directs de moins de 500 kilomètres, le degré des ports (nombre de liens) était fortement corrélé à la longueur moyenne de leurs connexions (distances orthodromiques). Cette méthode (Figure 32) consistait à retirer du réseau les ports ayant un degré supérieur ou inférieur à un seuil souhaité, ce seuil étant défini par rapport à une phase de transition et au-delà duquel la structure du réseau, ici sa densité ou complétude (nombre de liens observés sur nombre de liens possibles, voire indice Gamma) augmentait ou diminuait considérablement, ainsi que le nombre de composantes connexes ou la taille du composant connexe le plus grand (composant géant). On trouvait tout d'abord que le degré des ports dans le réseau maritime conteneurisé (nombre de voisins directement atteints) était étroitement corrélé à la longueur moyenne des liens, à l'instar du réseau aérien (voir à ce sujet Guimera et al., 2005). Les ports les plus grands avaient donc un rayonnement géographique plus étendu. L'application de la décomposition topologique (Ducruet et Zaidi, 2012) avait alors pour effet de découper le réseau en niveaux de centralité (degré) et d'identifier les groupes de ports obtenus selon l'hypothèse de la proximité géographique comme facteur explicatif des structures locales denses connectant les ports les plus petits (Figure 33).

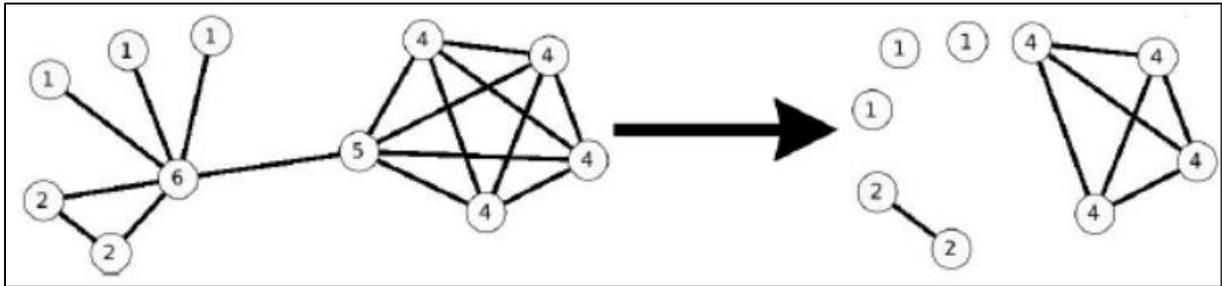


Figure 32 : La décomposition topologique (Zaidi, 2011)

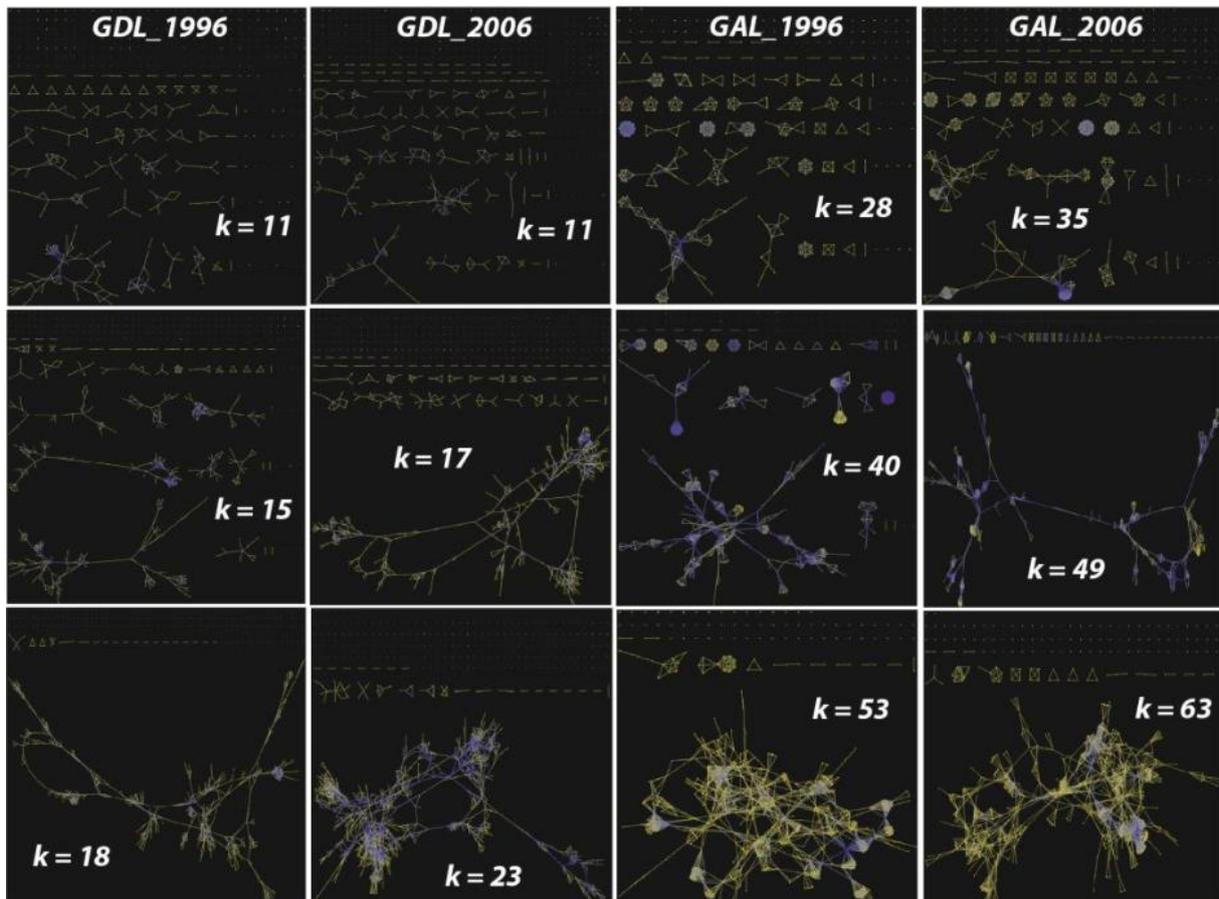


Figure 33 : Décomposition topologique du réseau maritime conteneurisé mondial (Ducruet et Zaidi, 2012)

Les sous-groupes ou *clusters* de ports émergents étaient effectivement de taille plus petite à partir d'un seuil de degré ( $k$ ) maximal 11 (ne comprenant que des ports ayant au plus 11 liens avec d'autres ports). La taille des groupes augmentait avec le seuil. Bien que la distance physique n'ait pas été testée directement, il apparut très vite que les groupes de petits ports n'étaient pas nécessairement confinés au sein d'une même région géographique. Autant d'exceptions accompagnaient les confirmations de la « règle ». Si beaucoup de petits ports étaient connectés entre eux au sein d'une même façade maritime, on observait l'émergence de nombreux sous-systèmes composés de ports très distants, avec ceci de particulier que tous ces groupes comprenaient au moins un port européen, et qu'il n'existait donc pas un seul de ces groupes connectant des ports appartenant à deux continents hors Europe. L'explication était relativement aisée, c'est-à-dire le maintien de liens de longue distance centre-périphérie

entre une ancienne métropole et sa colonie, spécialisés et perdurant sur la base de relations commerciales et de la proximité linguistique. Les exemples abondaient avec Portugal / Angola / Brésil, France / Afrique de l'Ouest / Antilles, Espagne / Amérique Latine, etc. A des niveaux plus élevés de centralité, on pouvait dans les groupes géants et polycentriques identifier les pivots de tels sous-systèmes et ainsi mieux comprendre l'espace des circulations conteneurisées et son évolution récente. Les sous-groupes se maintenaient en 2006, montrant ainsi que la centralisation accrue du système par les hubs (et donc par les compagnies maritimes), encore une fois, n'enrayait pas l'émergence de structures anciennes marquant les circulations.

## 2.4 La spatio-temporalité maritime du système-monde depuis le 19<sup>ème</sup> siècle

Analyser l'évolution spatio-temporelle du réseau maritime mondial sur le long terme était quelque chose de relativement nouveau, même si d'autres recherches abordaient elles aussi le temps long, soit à propos d'un armateur en particulier, comme la Compagnie Générale Transatlantique devenant CMA-CGM (Frémont, 2015), ou d'une aire régionale, comme la Méditerranée asiatique (Gipouloux, 2009). La question principale était de savoir en quoi les phénomènes observés à l'époque récente étaient vraiment nouveaux, en écho à la « viscosité » ou « résilience » des éléments du passé qui influencent les structures actuelles et futures (Dollfus, 1990), selon le courant de l'histoire dite « globale ». L'architecture des flux maritimes était-elle capable de retranscrire un certain nombre de dynamiques remarquables, comme l'émergence d'un système multipolaire ? Cette architecture se modifiait-elle au gré des évolutions technologiques du mode maritime, et comment ? Pouvait-on déceler des « cycles spatiaux » (Rodrigue et al., 1997) en rapport avec le réseau maritime ?

Or la grande majorité des travaux empiriques sur le passé ne formalisaient pas cette évolution, du moins ces recherches restaient-elles ancrées dans une époque particulière, sans lien avec le présent. L'extraction d'archives historiques, dans le courant des « humanités numériques », ou l'analyse de données archéologiques permirent d'estimer l'intensité des interactions maritimes sous l'antiquité grecque (Knappett, 2013 ; Leidwanger, 2013 ; Rivers et al., 2015) et romaine (Scheidel, 2013), de mesurer et visualiser les flux réels au Moyen Age comme les routes maritimes de Venise (Fournier, 2015) ou en Scandinavie (Sindbaek, 2013 Preiser-Kapeller et Daim, 2013), les flux maritimes des ports français et européens entre le 17<sup>ème</sup> et le 19<sup>ème</sup> siècles (Marzagalli, 2015)<sup>19</sup>, ou encore les réseaux des compagnies maritimes britanniques et japonaises en Chine dans les années 1920 (Wang et al., 2015)<sup>20</sup>. Tout au plus les géographes actuels se référaient aux années 1950-1960 pour ce qui était de l'émergence

---

<sup>19</sup> <https://navigocorpus.hypotheses.org/>

<sup>20</sup> Il est à noter l'existence d'autres corpus pouvant se prêter à une analyse des flux sous l'angle des réseaux : les passages de navires par le détroit de l'Øresund de 1497 à 1857 avec le projet *Sound Toll* (<http://www.soundtoll.nl/index.php/en/>), les flux d'esclaves entre l'Afrique et les Amériques de 1500 à 1900 (<http://www.slavevoyages.org/tast/index.faces>), ou encore les archives du Canal de Suez retraçant le passage et la cargaison des navires ayant emprunté le canal depuis son ouverture en 1869 jusqu'à nos jours (<http://suezcanal.bibalex.org/Presentation/home/home.aspx>). Notons également une visualisation dynamique des flux de navires militaires britanniques entre 1913 et 1925 dans le cadre du projet *Old Weather*, dont le contenu reste une transcription graphique des sources brutes mais qui a un fort potentiel pour la recherche, celle portant notamment sur les effets des chocs et conflits majeurs sur l'évolution d'un réseau, maritime ou autre (<http://www.theguardian.com/news/datablog/interactive/2012/oct/01/first-world-war-royal-navy-ships-mapped>).

de la conteneurisation maritime et de sa diffusion ultérieure, mais sans pour autant démontrer l'effet réseau de cette innovation, faute de données adéquates sur les flux. On avait soit des analyses économétriques de l'effet global de la conteneurisation sur le commerce mondial entre 1962 et 1990 (Bernhofen et al., 2013), soit des analyses plus géographiques de la diffusion de la conteneurisation sur la base du tonnage des ports du monde depuis les années 1970 (Guerrero et Rodrigue, 2014), mais sans approche relationnelle.

On se rattrapait alors par l'observation du terrain dans des monographies, mais sans pouvoir remonter le temps suffisamment pour mettre en perspective la période récente à la lumière du passé. Pourtant un historien, Bruno Marnot (2005), n'hésitait pas à proposer une comparaison directe entre les processus de développement maritime et portuaire observés au début du 21<sup>ème</sup> siècle et à la fin du dix-neuvième siècle, argumentant que « *les transformations récentes sont peut-être moins de nature que d'échelle* ». L'interprétation par cet auteur des effets des mutations économiques et technologiques sur les ports et les réseaux maritimes dans les années 1850-1900 rappelait en effet curieusement nombre de travaux récents sur les effets de la conteneurisation et de la mondialisation accrue des années 1990-2010 : « *les ports ont donc été contraints de s'adapter en raison de la concurrence exacerbée qu'ils se livrèrent pour la captation des trafics que l'économie en voie de mondialisation rendait toujours plus fluides et continus (...) la nécessité d'offrir une logistique optimale (...) devint la règle absolue* ». Ceci étant dit, comment allait-on concrètement vérifier de façon systématique et valider empiriquement de telles idées ?

Le recours au corpus d'archives de la *Lloyd's*, premier assureur maritime mondial depuis des siècles, qui recensait les mouvements quotidiens de navires entre les ports du monde depuis plus de 300 ans, fut la piste retenue (cf. encadré méthodologique). Ce qu'avait de commun ce corpus avec les autres, c'est qu'il n'avait jamais été exploité de manière systématique. Mais ce qu'il avait d'unique, c'était d'être la seule source permettant une analyse mondiale et dynamique des flux et réseaux maritimes, sur un temps long, et au niveau désagrégé des ports et terminaux. Comment alors expliquer qu'une telle source n'ait jamais été l'objet d'une plus grande attention de la part de la communauté scientifique ? On pouvait aligner des éléments de réponses sans toutefois épuiser la question : l'accès restreint à la sphère privée<sup>21</sup>, le coût élevé de la publication pour les chercheurs et experts, le décalage entre « mouvement de navire » et « commerce réel » jugé inadéquat, l'absence de moyens techniques suffisants à l'extraction automatique des données démotivant l'extraction manuelle, le moindre attrait du quantitatif des historiens maritimistes, etc. Chaque élément pouvait être aisément démenti. Les publications de la *Lloyd's* étaient connues des géographes par exemple, citées par exemple par Henry Rees (1955) dans son article « *Lloyd's List as a source for port study in school* » et par Douglas Fleming (1968) dans une mention rapide « *une source fort utile (...) pourrait être le Lloyd's Shipping Index* ». La source était apparemment connue mais ne faisait l'objet d'aucune analyse systématique. Ces publications étaient pourtant à disposition du public dans les plus fameuses bibliothèques anglaises de Londres comme la *British Library* et la *Guildhall Library*. Si la majorité des historiens au fait des choses de la mer renâclait à chiffrer outre mesure, d'autres comme André Siegfried, on l'a vu, proposaient des cartographies pointilleuses de flux maritimes dès les années 1940, mais à partir de sources plus locales.

---

<sup>21</sup> Les *Shipping Index* mentionnent en effet que la source devait être détruite après utilisation.

## ENCADRE METHODOLOGIQUE

Les données sur les mouvements de navires pouvaient être mobilisées dès 1696 ou 1734, selon les sources, mais seulement alors pour la flotte et les ports britanniques (voir le travail de Sébastien Haule sur ce corpus dans Ducruet et al., 2015a). Dès 1890, le *Shipping Index* s'élargissait à toute la flotte mondiale, la Lloyd's centralisant même les données d'escales des navires assurés par ses propres concurrents, comme le Bureau Veritas. La publication prend fin en 2009, quand les données ne sont plus que numériques. La source comporte de riches informations comme le nom, tonnage, pavillon, date de construction et type du navire, l'opérateur, port de départ, d'arrivée et intermédiaires, sans compter des commentaires au fil du texte sur d'éventuelles avaries ou naufrages (Figure 34). Le mouvement de chaque navire était le dernier en date au moment de la publication.

La méthodologie consista à sélectionner un registre de navigation tous les cinq ans, de 1890 à 2008, publié aux alentours d'avril-mai, chacun faisant environ 200 pages. L'outil OCR (*Optical Character Recognition*) développé dans le cadre du projet européen *World Seastems* ne permettant pas encore de conserver tout le contenu, il fut décidé de se focaliser dans un premier temps sur les ports de départ et d'arrivée, afin de permettre de construire un graphe mondial et temporel des relations interportuaires<sup>22</sup>. Il fallut tout d'abord harmoniser les noms des ports, à partir de 10253 noms de lieux, permettant au final de travailler sur 8681 ports sur la base de leur nom actuel, à cause des changements historiques (ex : Port Swettenham devenant Port Klang) et des erreurs de l'OCR. Les lieux de passage étaient exclus de l'analyse (canaux transocéaniques, détroits) et les noms de continents, pays, mers, rangées, côtes et régions également sauf dans l'analyse des flux interrégionaux. La base de données obtenue comptait environ 200 000 relations apparaissant chacune au moins une fois sur la période, soit plus de 850 000 mouvements de navires recensés, fournissant ainsi un cliché du réseau comparable d'une année à une autre. On vérifia la bonne adéquation entre les trafics mesurés via cette base et certaines données locales, comme celles des douanes chinoises sur la période 1890-2010 (voir Wang et Ducruet, 2013), ce qui confirmait la fiabilité de ce corpus, avec une corrélation de 88% entre les deux séries temporelles. Le projet était à terme une plus grande fréquence dans l'extraction (ex : un numéro par mois) et le recours au tonnage des navires.

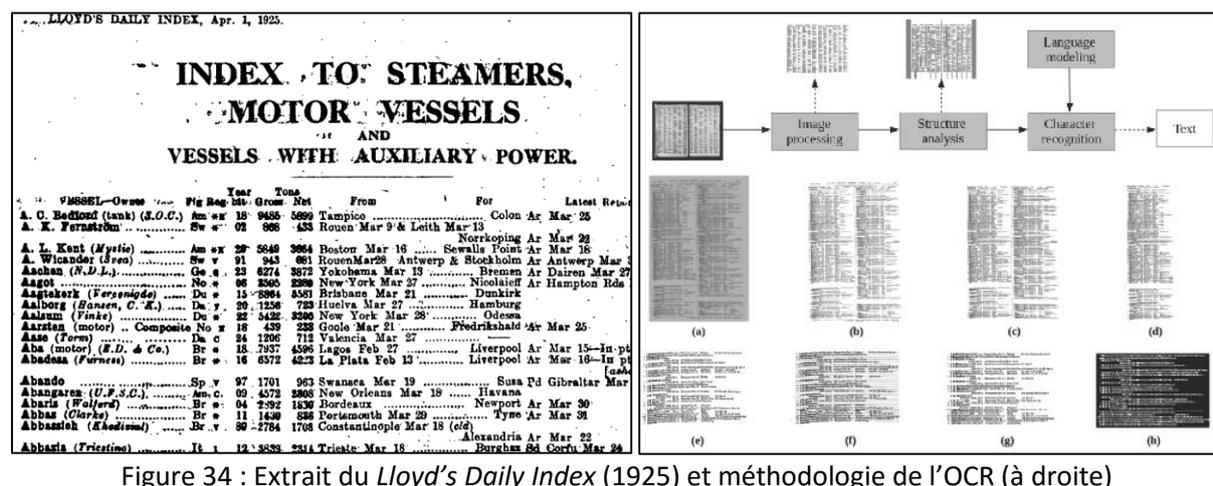


Figure 34 : Extrait du *Lloyd's Daily Index* (1925) et méthodologie de l'OCR (à droite)

<sup>22</sup> Je tiens à remercier Laura Didier, Sébastien Haule, Marie-Anne Coche, Félix Attia et Nora Mareï pour leur aide précieuse dans cet effort. Un OCR dédié à la source est à l'heure actuelle en voie d'achèvement par Kamel Ait-Mohand dans le cadre du projet ERC World Seastems, en ceci aidé par Zuzanna Kosowska-Stamirowska, Sylvain Cuyala, Séléna Petit, Claire Lagesse, et Ali El Hosni.

On ne pouvait recenser qu'une dizaine environ de travaux utilisant les données Lloyd's mais pour des recherches ayant bien d'autres préoccupations que les nôtres, sauf peut-être dans le cas des cartes de densité par carroyage déjà citées en première partie (McKenzie, 1975 ; Solomon et al., 1978). Le *Lloyd's Voyage Record* servit de façon ponctuelle à mesurer l'impact de la conteneurisation sur les ports australiens (BTE, 1982) ou encore à visualiser les flux maritimes en mer Baltique (Swedish Maritime Administration, 2000), sans parler de la thèse d'Olivier Joly elle-même (1999). On pouvait aussi trouver y ajouter l'usage de ces registres pour la généalogie (retrouver le parcours d'un navire emprunté par un ancêtre tel que relaté dans ses mémoires), l'archéologie sous-marine pour identifier au mieux les localisations potentielles d'épaves (Brady, 2008), la monographie d'un port comme Whitby (Jones, 1982), l'analyse de la vitesse de transmission d'informations à l'époque moderne (Kaukiainen, 2001), enfin la diffusion de la grippe espagnole en 1918 sur l'île de Newfoundland (Palmer et al., 2007). D'autres analyses furent proposées récemment à propos des dynamiques industrielles pendant le blocus napoléonien (Juhász, 2015) ou sur le repérage des interactions entre navires en haute mer pour l'analyse des transferts de biens, de personnes et d'idées dans un contexte non-terrestre dans les années 1850-1870 (Mobasheri et al., 2015). Somme toute il n'existait pas d'analyse systématique à la hauteur de ce corpus, prenant en compte le niveau mondial et la continuité historique.

La barrière technique posée par les problèmes liés à l'extraction automatisée de ce corpus était de taille, mais ne s'effacerait-elle pas devant l'immensité des possibilités de recherche permises par une telle source ? Eu égard au rôle-clé du transport maritime dans le commerce mondial, l'évolution spatio-temporelle de ses flux ne pouvait-elle pas apporter un éclairage nouveau sur le système-monde ?

#### 2.4.1 Un réseau de plus en plus centralisé et optimal

Théorie des graphes et réseaux complexes furent mobilisés afin de mettre en lumière la structure changeante du réseau au cours du temps. C'est donc la dimension temporelle et technologique du réseau qui retenait tout d'abord notre attention, avant d'en venir à sa géographie (voir partie 2.4.2). Au niveau le plus élémentaire de sa taille, le réseau maritime mondial avait évolué de façon attendue, avec de plus en plus de ports en son sein et de plus en plus de navires en circulation (Figure 35). La croissance de la flotte restait moins régulière que celle des ports, le déclin du nombre de navires en début de période s'expliquant par le remplacement progressif des voiliers par les navires à vapeur, les escales des voiliers passant de 61,7% à 1,7% du trafic mondial de 1890 à 1925.

La croissance de la flotte n'avait véritablement eu lieu qu'à partir des années 1950, coïncidant avec la généralisation des moteurs Diesel et l'explosion du commerce. Ces tendances se retrouvaient dans l'évolution des liens interportuaires et des escales, avec deux différences assez nettes : une phase en creux plus prononcée dans les années 1940-1950 (Seconde Guerre Mondiale), et un tassement (escales) voire un déclin (liens) en fin de période, entre 1990 et 2008. Il était naturel d'attribuer cette transformation tardive à la rationalisation extrême du réseau par les grands armateurs (notamment dans le segment des conteneurs, mieux connu),

et à l'accroissement de la taille des navires (course au gigantisme), ceux-ci réalisant moins d'escales et suivant une route optimale en supprimant les détours<sup>23</sup>.

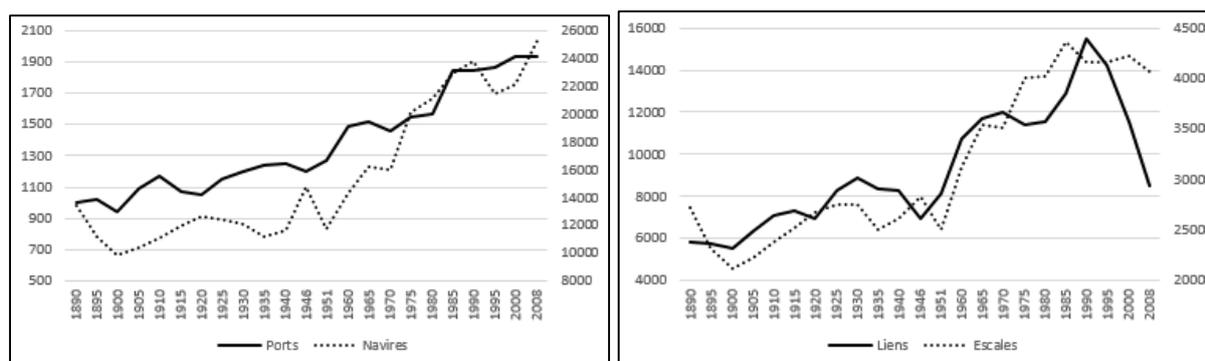


Figure 35 : Evolution de la taille du réseau maritime mondial, 1890-2008

Afin de mieux comprendre les transformations à l'œuvre dans l'architecture du réseau, l'idée fut de tester la distribution des degrés des ports et des escales à plus d'une dizaine de modèles statistiques (Gastner et Ducruet, 2015), avec l'hypothèse que la croissance du réseau s'est faite de façon hiérarchique au gré des évolutions technologiques du transport, la loi de puissance étant la possibilité la plus probable pour les années récentes, en référence au modèle des réseaux invariants d'échelle (*scale-free*). Les résultats montrèrent une préférence à une distribution de type Weibull, sans qu'il soit possible de trouver une tendance nette de passage d'un modèle statistique à un autre au cours du temps. Tout au plus pouvait-on en conclure que la loi de puissance s'appliquait mal aux années récentes, et donc que les grands ports ne devenaient pas totalement dominants vis-à-vis des plus petits, en vertu de la prégnance de ports de taille moyenne qui empêchaient la pure optimalité de s'appliquer. D'autres hypothèses restaient à vérifier mais étaient formulables à ce stade. L'une d'elle suggérait que la hiérarchisation du réseau avait bien lieu, mais la dynamique de rationalisation « par le haut » (*hubs*) était brouillée par celle d'une densification « par le bas ou vers le milieu » (transversalités). Une autre hypothèse partait du principe que la géographie changeante des flux était elle aussi faite d'effets contraires entre des régions en voie de centralisation et d'autres au contraire en voie de densification / intégration, qui s'annulaient au niveau mondial. Enfin on pouvait invoquer la nature même et spécificité du réseau maritime où le nécessaire contournement des côtes pour établir des liens empêchait la trop forte centralisation du réseau, au profit d'une configuration plutôt polycentrique. Ou encore le fait que la centralisation concernait surtout les marchandises générales et plus tard les conteneurs, la présente analyse considérant la flotte entière dont les vraquiers et les passagers. Dans tous les cas, la dimension spatiale du réseau (contrairement à d'autres réseaux soit théoriques, comme l'invariant d'échelle, soit réel, comme le world-wide web) freinait la tendance hiérarchique.

Plusieurs indices convergeaient cependant vers la preuve d'une centralisation accrue du réseau au cours du temps (Figure 36). On observait tout d'abord la baisse concomitante du coefficient de clustering moyen et du coefficient de Gini, surtout à partir des années 1950. La

<sup>23</sup> Un examen approfondi de la source brute montrait que les registres comprenaient de plus en plus de mouvements mal renseignés à partir de 1990, c'est-à-dire ne mentionnant pas la prochaine escale, ou remplaçant celle-ci par un point de passage (détroit, canal), ce qui avait pu accentuer la tendance observée.

baisse du *clustering*<sup>24</sup> soulignait le fait qu'en moyenne, les voisinages immédiats des ports devenaient moins densément connectés, suivant la configuration bien connue du *hub-and-spokes*. La baisse du coefficient de Gini, elle, signifiait que le trafic (escales) tendait à se répartir de façon plus homogène entre les ports. Il suffisait d'expliquer les relations entre ces deux indices par l'accroissement du nombre de grands ports, connectés entre eux, et dominant les plus petits. Se mettait alors en place, sur le temps long, un archipel de pivots portuaires le long de routes densifiées et optimisées. La hausse de la concentration à certaines dates coïncidait avec les deux Guerres Mondiales et les chocs pétroliers, les plus grands ports étant alors les plus à même de résister à ces chocs de grande ampleur.

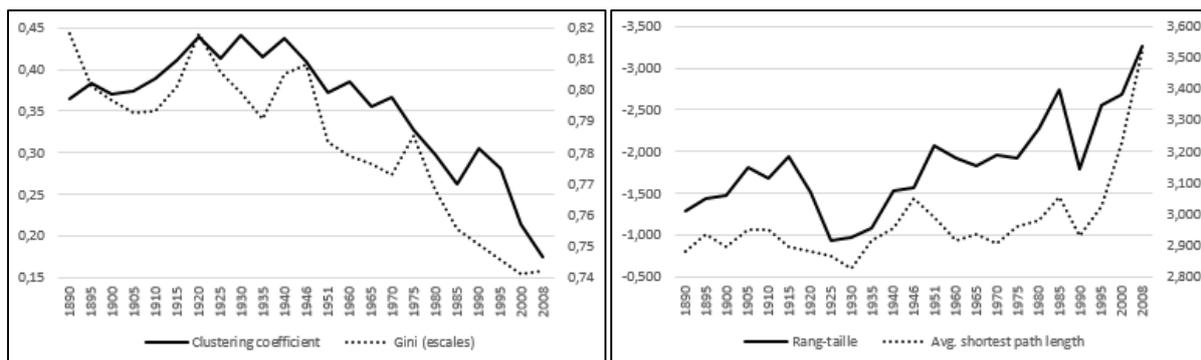


Figure 36 : Evolution de la connectivité du réseau maritime mondial, 1890-2008

Des mesures complémentaires venaient étayer ces propos, et convergeaient totalement bien que calculées de façon radicalement différente. Le niveau de hiérarchisation exprimé par la loi rang-taille (pente de la droite linéaire) ainsi que la longueur topologique moyenne des plus courts chemins (*average shortest path length*) suivaient une évolution très analogue, c'est-à-dire une tendance à l'accroissement, avec une accélération dans les années récentes. Cela confirmait que les écarts se creusaient davantage entre les ports, et que la circulation maritime mondiale devenait finalement moins efficace qu'auparavant. Une telle interprétation pouvait sembler semer le paradoxe : comment un réseau de plus en plus optimal pouvait-il perdre en efficacité ? Ma réponse était que du point de vue des *hubs* et des armateurs, au cœur des logiques dominantes, les circulations gagnaient sans nul doute en performance (masse, vitesse, parcours), mais de celui des « dominés » (satellites dans l'orbite des *hubs*), l'accès au reste du réseau se complexifiait, les alternatives disparaissaient peu à peu. En guise de réseau optimal, n'avait-on pas plutôt un réseau de plus en plus éparé et vulnérable ? Il n'était pas encore possible, à cause du coût des données numériques de la Lloyd's, d'étendre l'analyse à l'ère post-2008, pour observer les effets de la crise économique mondiale sur ces évolutions. Or l'observation du terrain montrait que l'on allait vers toujours plus de concentration suite au choc de 2009, le terme de « mega-ship » ayant émergé à cette occasion. Les débats pré-2009 se prolongeaient sur la quasi-impossibilité même pour les grands ports actuels d'accueillir les nouveaux géants des mers.

En parallèle, une approche simplifiée de type démécologie (écologie des populations) permettait de montrer que si la part des ports permanents (toujours connectés) était en baisse constante entre 1890 et 2008, de 21% à 10% en nombre et de 79% à 42% en trafic, celle des

<sup>24</sup> Part de voisins connectés entre eux deux par deux (triangles) dans le nombre total de connexions possibles entre les voisins.

ports « stables » (connectés au moins deux années consécutives mais ayant connu des interruptions) avait fortement augmenté, de 37% à 47% en nombre et de 20% à 55% en trafic (Figure 37). On aurait pu croire que le réseau se transformait et en même temps se consolidait, laissant de moins de place au « hasard » et aux fluctuations. Les ports anciens, présents dès l'origine et jusqu'au bout (permanents), conservèrent la majorité du trafic mondial jusqu'au milieu des années 1990, rattrapés et dépassés alors par les ports plus « jeunes », dont la croissance s'accélérait depuis l'après-guerre. Les ports « intermittents » ne représentaient qu'une infime partie du système, soit moins de 1% du trafic mondial en moyenne sur la période. Les dynamiques au niveau des liens interportuaires étaient bien différentes : les liens permanents n'étaient qu'au nombre de 80, et n'occupaient en moyenne qu'environ 3% du trafic mondial sur la période. De plus, les liens « stables » (existant au moins deux années consécutives mais ayant connu des interruptions) avaient connu un déclin continu de leur part relative, passant de 75% du trafic mondial en 1890 à 53% en 2008, la chute étant plus rapide depuis 1965. Finalement, les liens intermittents, même si de moindre poids, étaient ceux qui avaient connu la croissance la plus régulière. Le réseau était certes de plus en plus dynamique, mais également de plus en plus instable.

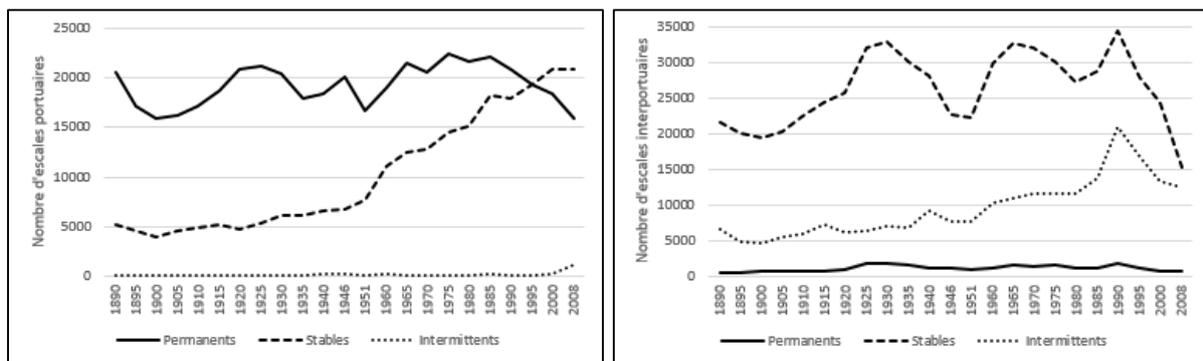


Figure 37 : Stabilité et intermittence du réseau maritime mondial, 1890-2008

Enfin, systématiser l'explication des mécanismes de croissance du réseau en référence à la hiérarchie des nœuds constituait un pont avec des modèles théoriques tels que celui de l'attachement préférentiel (Albert et Barabasi, 1999), qui postulait qu'un réseau invariant d'échelle voyait se connecter les nouveaux nœuds à des nœuds déjà en place et bien connectés. Or ce modèle était difficile à appliquer aux flux réels car il interdisait la disparition des liens et des nœuds, et se basait sur une simulation à partir d'un état initial, ce qui ne collait pas au réseau maritime, dont l'origine première se perdait dans les limbes de l'histoire. Tout au plus avais-je calculé que les nouveaux ports, qui s'ajoutaient au fur et à mesure au réseau, étaient en moyenne 25 fois plus petits que les voisins immédiats auxquels ils se connectaient. Or ce ratio entre le poids des anciens et des nouveaux ports ne montrait pas d'évolution particulière, hormis une baisse extrême durant les années 1940-1946-1951, la Seconde Guerre Mondiale ayant bouleversé les échanges commerciaux et vu l'endommagement de nombreux grands ports, comme en Europe Hambourg, Rotterdam et Le Havre. Une autre mesure, l'*assortative mixing*, permettait d'observer qu'en début de période, les connexions se concentraient entre des ports de taille dissemblable (*disassortative network*), mais cette tendance s'estompait graduellement à partir des années 1930, pour devenir nulle, c'est-à-dire que les connexions se distribuaient de façon plutôt indépendamment de la taille. La géographie des flux sur ce temps long s'avérait alors nécessaire pour vérifier la répartition de ces tendances.

## 2.4.2 Les polarités changeantes des économies-mondes

L'approche topologique précédente a pu révéler en quoi les transformations technologiques et organisationnelles du monde économique maritime ont influencé l'évolution de la connectivité du réseau mondial. Or ces transformations accompagnent et reflètent l'évolution du monde en général, au niveau de son organisation en aires d'influence ou « économies-mondes » au sens de Fernand Braudel (1979) : « *morceau de la planète économiquement autonome, capable pour l'essentiel de se suffire à lui-même et auquel ses liaisons et ses échanges intérieurs confèrent une certaine unité organique* ». Le temps long des flux maritimes confirmait-il le rôle-clé de Londres, New York puis Shanghai dans la polarisation de l'économie mondiale ?

Un simple comptage des escales de navires par continent (Figure 38) suffisait, dans un premier temps, à rendre compte de cette évolution générale. Le ratio entre nombre d'escales transatlantiques et trans-pacifiques était passé de 7,2 en 1890 à 1,4 en 2008 et encore, ce calcul ne prenait en compte ni la taille des navires ni la valeur des biens. Un véritable recentrage du trafic maritime mondial était confirmé, l'Asie passant de 8 à 37% des escales mondiales, l'Europe de 46 à 33%, l'Amérique du Nord de 15 à 8%. Une brève comparaison avec le trafic portuaire conteneurisé par continent à partir de 1970 montrait une tendance comparable mais avec des écarts plus prononcés. De 1970 à 2008, l'Amérique du Nord passait de 31% à 9% (contre 14 et 8 pour les escales), l'Europe de 54% à 21% (contre 39 et 33), l'Asie de 6% à 59% (contre 25 et 37), l'Océanie de 9% à 2% (contre 4 tout le long), l'Amérique latine de 0% à 7% (contre 8 et 10), enfin l'Afrique de 0% à 2% (contre 9 et 8), et ceci tandis que le tonnage avait partout augmenté en valeurs brutes. On observait aussi un déclin continu du trafic transatlantique, de 60% des flux interrégionaux en 1890 à un peu plus de 20% en 1970, date à partir de laquelle son poids aller stagner jusqu'à nos jours. En comparaison, le trafic transpacifique avait doublé, de 10% à 20%. Or un autre changement profond avait été l'accroissement des flux intra-régionaux, qui passaient de 40% des flux mondiaux en 1890 à plus de 80% en 2008. Le réseau maritime se consolidait à l'intérieur de blocs régionaux et entre eux, le long de routes faites de segments successifs, qui s'entrelaçaient au niveau des grands ports.

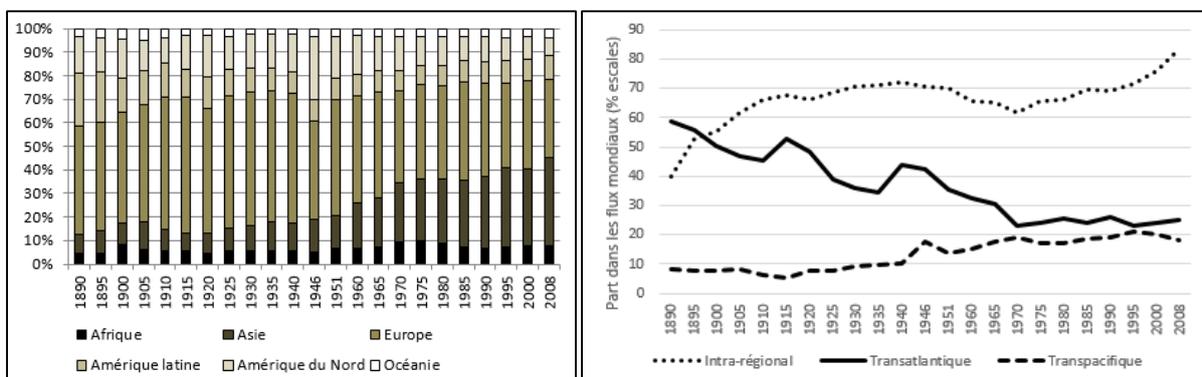


Figure 38 : Répartition des escales entre grandes régions du monde, 1890-2008

La collaboration avec l'historien Bruno Marnot fut vitale pour donner du corps et du sens aux structures et dynamiques observées. La plupart du temps, cartes et graphiques confirmaient un savoir acquis de longue date en histoire maritime sur les lignes de force de la navigation commerciale et l'économie mondiale au 19<sup>ème</sup> siècle et en ce début de 20<sup>ème</sup>. J'appris cependant que l'histoire maritime de l'époque était davantage préoccupée par les questions navales et que ces analyses du corpus de la *Lloyd's* constituaient une première dans la mise à plat mondiale de ces dynamiques commerciales. On retrouvait ainsi la géographie de la première mondialisation, avec la domination du lien Nord-Atlantique, qui concentrait les deux-tiers du commerce mondial d'alors, mais aussi et surtout de l'Europe comme pôle principal ; un système tripolaire incluant l'Amérique latine, connectée principalement à l'Europe, et une route Europe-Asie non négligeable dès 1890 (Figure 39). Cette dernière ressortait par la spécialisation dans le trafic à vapeur, suite à l'ouverture du canal de Suez (1869) et reflétant le contrôle britannique des Indes Orientales et de nombreux comptoirs stratégiques. Une nouveauté de taille était le troisième rang mondial de Buenos Aires, juste après Londres et New York, en lien avec le boom économique argentin qui dura jusque dans les années 1930 (Ducruet et Marnot, 2015).

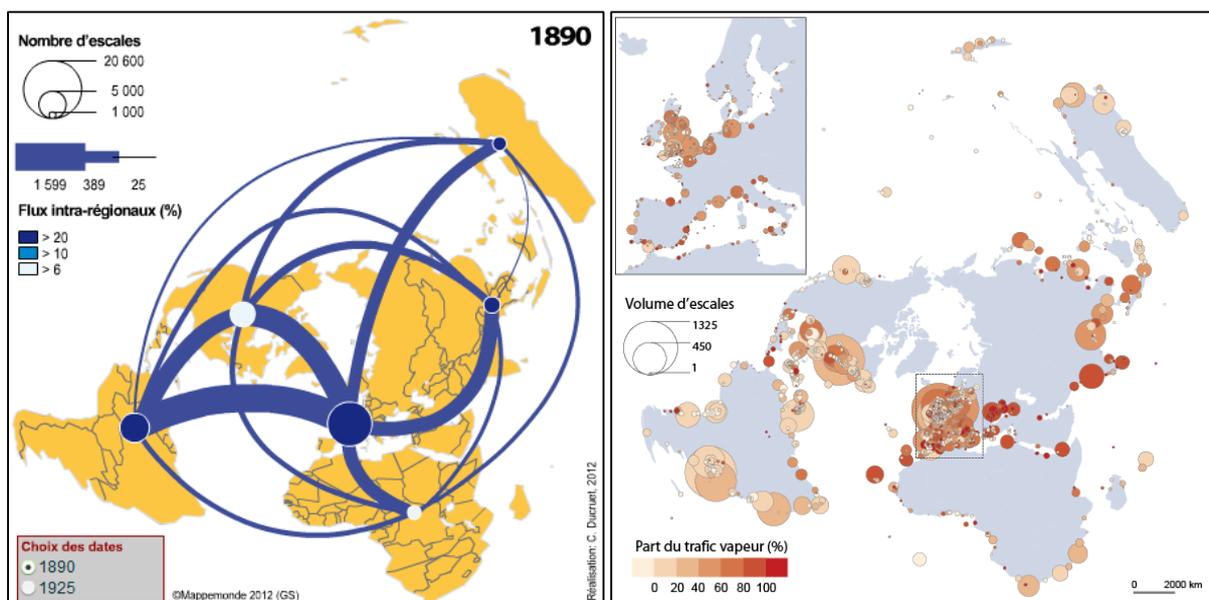


Figure 39 : Flux maritimes interrégionaux et hiérarchie portuaire mondiale en 1890

Le reste de la période confirmait avec une précision encore inégalée d'importants glissements de trafic au sein même des façades maritimes, comme la concentration accrue des trafics européens sur les grands ports de la rangée nord du Havre à Hambourg au détriment des ports britanniques, mais aussi la croissance du Japon, l'instabilité chinoise, l'émergence des ports soviétiques, de la mégalopole nord-est américaine, etc. Des travaux étaient en cours sur les effets « réseau » du remplacement progressif de la voile par la vapeur, cette dernière étant passée de 40% à 100% du trafic mondial entre 1890 et 1925, mais n'affectant pas tous les ports et les liens selon le même rythme ou la même intensité. L'une des perspectives qui s'ouvrait était de comparer les effets spatiaux de cette transition technologique à ceux du passage des cargos aux porte-conteneurs. Une thèse que je codirigeais était en cours sur la comparaison des impacts de chocs divers sur le réseau maritime, comme les crises économiques de 1929 et 2009, les conflits et guerres, changements de régimes politiques et divers embargos, enfin les catastrophes naturelles.

La perspective continentale se devait d'être affinée par la mise à plat de la hiérarchie portuaire mondiale. Le volume de trafic (nombre d'escales de navires) était, jusqu'aux années 1950-1960, fortement corrélé au nombre de connexions (degré) et à l'accessibilité globale (*betweenness*) des ports dans le réseau, aux alentours de 0,9. Si d'autres mesures ou indices étaient moins corrélés au trafic (excentricité, coefficient de *clustering*), toutes avaient en commun une baisse légère mais continue de cette corrélation jusqu'en 2008. On pouvait ainsi se baser sur les seules escales pour décrire l'évolution des 25 premiers ports mondiaux (Tableau 3), montrant bien la domination de Londres puis New York, mais ensuite Rotterdam et Singapour au sommet. Cette évolution résumait bien à elle seule la transition entre grands centres économiques et grands centres logistiques. On comptait en effet de plus en plus de ports de transit dans ces vingt-cinq premiers ports, dont la fonction était de connecter des flux plus que de desservir l'économie locale. D'importants changements fonctionnels et géographiques avaient ainsi eu lieu, que l'on pouvait comparer plus en détail sur une base relative (Figure 40). L'avantage était de bien mieux apprécier la temporalité du déclin ou de la croissance, ainsi que l'ampleur inégale des effets de grands chocs comme les guerres mondiales, en positif ou en négatif.

Rang	1890		1920		1950		1980		2008	
1	London	1011	New York	1290	London	736	Rotterdam	1102	Singapore	2422
2	New York	980	London	930	Rotterdam	689	Singapore	993	Hong Kong	684
3	Liverpool	973	Buenos Aires	793	New York	684	Hamburg	869	Rotterdam	654
4	Buenos Aires	967	Liverpool	688	Antwerp	626	Antwerp	768	Fujairah	562
5	Cardiff	706	Tyne	624	Newport News	520	New Orleans	745	Antwerp	418
6	Hamburg	629	Antwerp	445	Liverpool	422	Yokohama	560	Shanghai	399
7	Montevideo	589	Norfolk(USA)	438	Hamburg	379	Piraeus	531	Busan	278
8	Rio de Janeiro	400	Cardiff	402	Yokohama	370	New York	411	Qingdao	272
9	Tyne	399	Barry	397	Baltimore	347	Jeddah	384	Santos	264
10	Rosario	376	Rotterdam	355	Buenos Aires	338	Los Angeles	365	Hamburg	250
11	Bridgetown	362	Genoa	352	Philadelphia	300	Hong Kong	362	Kaohsiung	245
12	Glasgow	336	Marseille	314	Kolkata	275	Apapa-Lagos	328	Jebel Ali	237
13	San Francisco	329	Glasgow	302	New Orleans	246	Buenos Aires	292	Houston	233
14	Pensacola	327	San Francisco	274	Mina al Ahmadi	235	Kobe	292	Apapa-Lagos	219
15	Kolkata	312	Hull	272	Genoa	229	Vancouver(CAN)	290	St. Petersburg	216
16	Antwerp	304	Rouen	268	Gothenburg	227	Houston	283	Yokohama	215
17	Marseille	303	Philadelphia	261	Los Angeles	224	Alexandria(EGY)	276	Durban	203
18	Newport	299	Le Havre	252	Amsterdam	197	Basrah	261	Xingang	195
19	Genoa	292	Newport News	251	Le Havre	193	Constantza	253	New Orleans	193
20	Cadiz	276	Mumbai	244	Montreal	191	Ras Tanura	247	Jeddah	187
21	Philadelphia	268	Montevideo	231	Tyne	189	Las Palmas	243	Constantza	184
22	Le Havre	232	Swansea	231	San Francisco	187	London	241	Port Klang	183
23	Barry	212	New Orleans	230	Willemstad(ANT)	187	Bremen	241	Piraeus	176
24	Valparaiso	208	Bordeaux	223	Copenhague	181	Mumbai	235	Jakarta	176
25	Falmouth	206	Newport	222	Glasgow	173	Genoa	231	Novorossiysk	172

Tableau 3 : Nombre d'escales des vingt-cinq plus grands ports mondiaux, 1890-2008

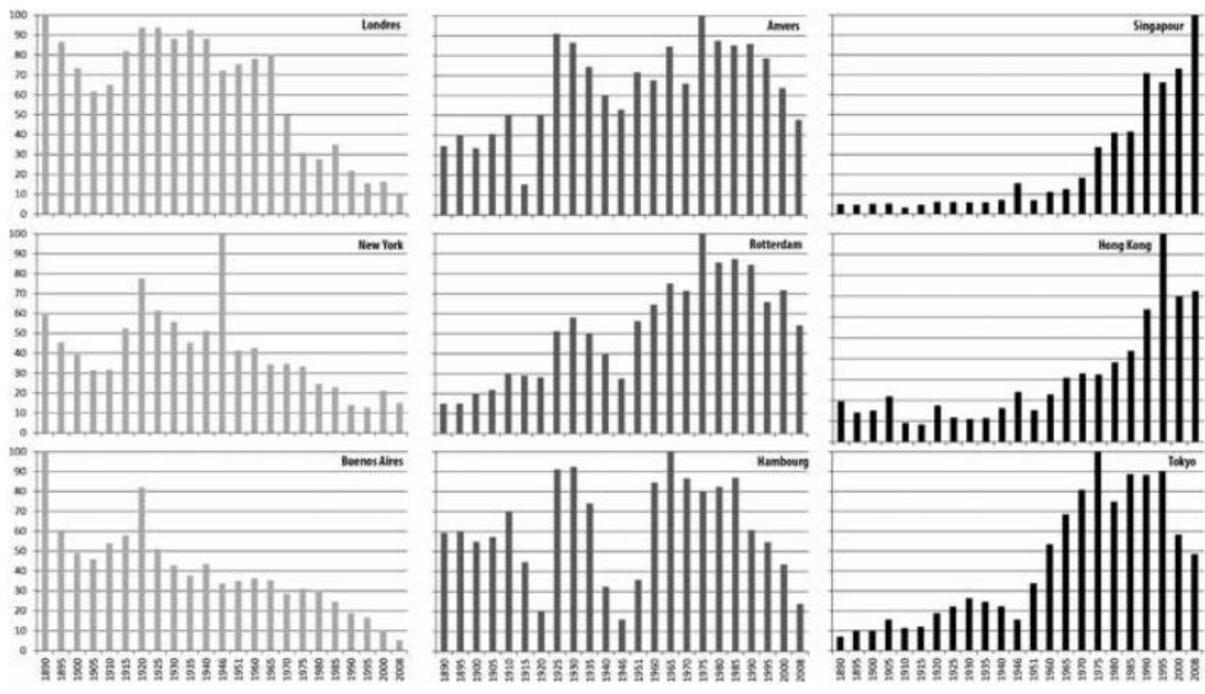


Figure 40 : Evolution comparée de quelques grands ports mondiaux, 1890-2008

Enfin, la question précise du rayonnement et des aires d'influence des grands centres portuaires mondiaux dans ce réseau en évolution pouvait être abordée sur la base des flux majeurs (Figure 41). On retrouve la hiérarchie portuaire du tableau précédent, mais cette fois doublée d'une visualisation des liens interportuaires « dominants » sous forme de graphe, où chaque port est caractérisé par son volume de trafic (escales), son appartenance régionale (continents), et sa plus ou moins forte capacité à centraliser les flux au sein d'un sous-système. Ces sous-systèmes maritimes polarisés sont une façon de représenter concrètement les économies-mondes et leur évolution spatio-temporelle. En 1890, le réseau est entièrement dominé par quelques pivots nord-atlantiques, essentiellement via des liens directs et de longue distance avec le reste du monde. Cette configuration illustre parfaitement le concept de système-monde avec un cœur et une périphérie, emblématique d'une logique dominante encore coloniale des échanges mondiaux, tournés vers la ou les métropoles. Seule Buenos Aires, alors pivot central d'un sous-réseau incluant des ports aussi bien européens qu'américains, fait figure d'exception : c'est le seul port hors métropole à avoir non seulement une taille mais aussi un rayonnement, une aire d'influence, une « domination » sur les autres ports. En comparaison, les ports asiatiques (Calcutta, Bombay, Hong Kong) sont bien plus des satellites ou des subordonnés du bipôle nord-atlantique. Toujours dans le Rio de la Plata, Rosario et Montevideo eux aussi affichent des polarités importantes, qui s'exercent en local mais aussi via des relations préférentielles avec des ports européens de taille non négligeable, comme Newport (Pays de Galle) et Cadix (Espagne). Ce qui caractérise les grands « hubs » de cette époque est bien la diversité géographique et la longue distance de leurs connexions principales. Qu'il soit européen ou étatsunien, chaque pivot majeur domine des ports secondaires sur tous les continents ou presque, Marseille, Rotterdam et Lisbonne ayant une spécialisation sur l'Afrique, Le Havre et Hambourg sur l'Amérique latine, Amsterdam et New York sur l'Europe et l'Asie, Londres sur l'Océanie, etc. Liverpool reste inclassable de par la diversité géographique de ses liens.

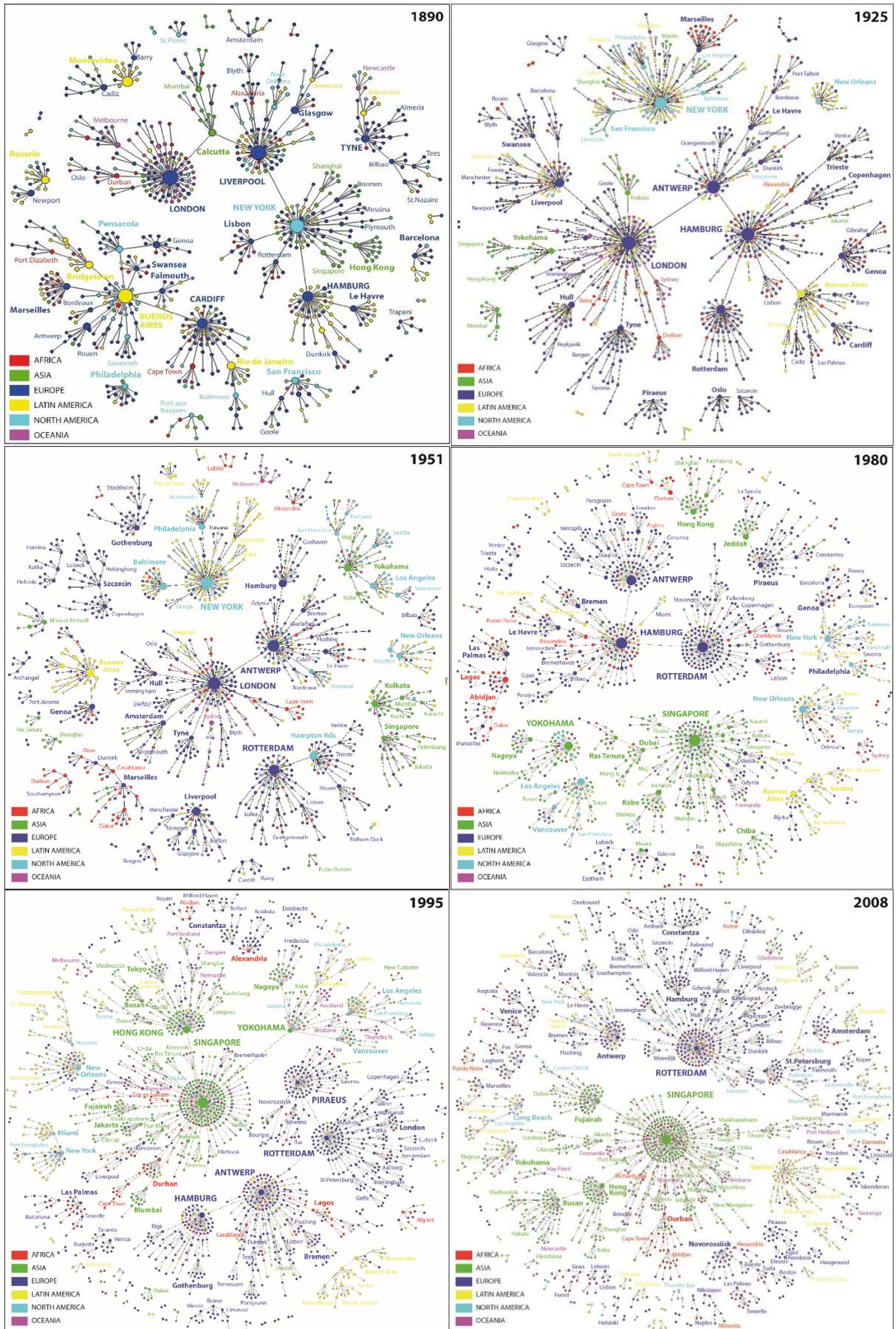


Figure 41 : Polarisation du réseau maritime mondial, 1890-2008

En 1925, date retenue au lieu de 1920 (cf. Tableau 3) pour mieux observer le rôle nouveau de Hambourg suite à sa remise en route après la Première Guerre Mondiale, le sous-réseau européen domine nettement la quasi-totalité du réseau, tout en s'élargissant aux grandes portes d'entrée du continent telles Anvers, Rotterdam et Hambourg, tandis que New York rayonne sur les Amériques. Le sous-système bipolaire Londres/New York de 1890 est désormais coupé en deux, et les pivots centraux de chaque continent se retrouvent groupés au sein de chacun des deux systèmes : les polarisations sont moins éparpillées et indépendantes qu'en 1890. La diversité géographique continue de caractériser les grands pivots des sous-systèmes. En revanche d'importants reclassements ont eu lieu depuis 1890 : l'émergence des ports japonais, la baisse du rayonnement de Buenos Aires devenu pivot subalterne de Hambourg, la supériorité combinée de la rangée portuaire en émergence du Havre à Hambourg sur les ports britanniques.

En 1950, le sous-système européen se scinde à son tour en plusieurs sous-systèmes, tandis qu'émergent des sous-systèmes à l'écart du monde nord-atlantique, au poids et rayonnement comparables. Londres et Anvers continuent de dominer le plus gros sous-ensemble, dont le rayonnement a lieu surtout en interne (Europe nordique principalement) mais avec des prolongements africains et océaniques, en ceci appuyés par Hambourg, Amsterdam, Tyne, Hull, Brême et Le Havre. Rotterdam, Liverpool, Szczecin (Pologne), Göteborg et Bilbao dominent chacun leur propre aire d'influence de façon quasi-autonome, dont le rayonnement est confiné à l'Europe, sauf dans le cas du lien crucial entre Rotterdam et Hampton Roads (USA), et à l'exception également de Marseille, pivot d'un sous-système franco-africain incluant Oran, Casablanca, Dakar et Dunkerque. De leur côté New York et la Nouvelle-Orléans conservent leur spécialisation latino-américaine pré acquise mais de façon indépendante l'un de l'autre. Le changement majeur au niveau des polarités est la formation de sous-systèmes asiatiques indépendants des autres, dominés chacun par Yokohama, Calcutta-Singapour, et Mina el Ahmadi (Koweït). On peut même parler d'un renversement de polarité puisque Yokohama domine désormais ses partenaires de la côte ouest-américaine que sont Vancouver, Seattle, Portland, San Francisco et Los Angeles. Buenos Aires retourne à l'état de pôle indépendant mais privé d'une grande partie du rayonnement d'origine.

En 1980, Londres et Liverpool sont définitivement écartés du système et remplacés par Anvers, Hambourg et Rotterdam qui désormais vont constituer sur le reste de la période le cœur d'un sous-système géant euro-atlantique. Mais ce large composant ne concentre plus autant de ports qu'auparavant ; il se partage le monde avec un autre composant de taille équivalente et alors polarisé par Singapour. L'Asie reste encore partagée entre plusieurs influences divergentes, eu égard aux polarités indépendantes de Hong Kong (sur la Chine) et de Yokohama (trans-Pacifique). On observe pour la première fois une polarité africaine indépendante, celle du composant dominé par Lagos (Nigéria) et incluant Abidjan, Dakar, et Las Palmas (Canaries). Une autre tendance qui va se prolonger par la suite est la spécialisation croissante de la polarisation sur le « local » : les grands *hubs* sont de plus en plus centralisés mais polarisent un espace de plus en plus proche. La décolonisation et la Guerre Froide avaient leur part de responsabilité dans ces évolutions.

Dans les années qui suivent, en 1995 puis en 2008, l'évolution qui prime est le partage du réseau maritime mondial en deux sous-systèmes dominants, Europe-Atlantique et Asie-Pacifique, le second prenant graduellement le pas sur le premier en nombre de ports polarisés

directement ou indirectement. Finalement en 2008, deux grands pivots centralisent chacun une grosse moitié du réseau : Rotterdam et Singapour. Cette géographie résumée du réseau montre ainsi le passage d'un système centre-périphérie centralisé par des pôles marchands à un système polycentrique centralisé par des *hubs* logistiques.

## 2.5 Conclusion : les réseaux maritimes à l'épreuve des territoires

De l'intégration régionale aux effets de barrière et à l'articulation changeante d'un archipel de méga-ports, le réseau maritime se prête comme tout autre flux à une interprétation de sa répartition, densité, et morphologie, en lumière des structures et dynamiques spatiales qu'il reflète et contribue en partie à façonner. Cette lecture des évolutions locales, régionales et mondiales au prisme des réseaux maritimes met en exergue la difficulté de séparer logique économique et logique territoriale. L'offre et la demande se combinent de façon inégale pour produire des configurations réticulaires variées dans l'espace et le temps.

Le résultat marquant de cette partie est la divergence croissante entre espace topologique et espace géographique. En d'autres termes, la fonction de transit (*intermediacy*) entre plusieurs systèmes ou échelles de circulation se sépare progressivement de la fonction de desserte locale (*centrality*) pour *in fine* garantir la circulation optimale, on l'a vu, au sein du réseau mondial (voir Fleming et Hayuth, 1994) mais aussi au sein des « régions ». Certes ces deux fonctions existent depuis toujours et continuent de se combiner au sein de chaque port, mais l'époque récente reste unique de par la spécialisation accrue sur l'une ou l'autre fonction, qui se traduit par une division spatiale des fonctions portuaires. Dans un monde sans avions ni poids lourds mais à la majorité de navires portés par le vent, routes commerciales et routes maritimes étaient confondues en une seule logique concentrant des échanges de toutes sortes (hommes, biens, idées), et matérialisant assez fidèlement les jeux de pouvoir à l'œuvre entre nœuds et territoires connectés par ces flux. L'évolution technologique du monde maritime avait au fil du temps rendu cette logique relativement floue, ne sachant plus bien distinguer entre diverses influences.

Pour autant, les acteurs territoriaux étaient-ils absents de la configuration des flux ? André Vigarié (1995) rappelait à juste titre qu'une *“opération commerciale a toujours une certaine signification politique. Les produits ou les activités économiques commerciales sont rarement neutres. Ils portent l'empreinte de leur société d'origine, qui possède ses propres règles et relations extérieures, ses formes et ses domaines de production ; ils véhiculent leurs caractéristiques linguistiques et culturelles ; ils sont les témoins d'une forme de civilisation ; ils sont l'expression d'intérêts qui ne sont pas totalement partagés par tous les partenaires ; ils expriment une politique, qui signifie une dynamique d'insertion dans le monde : libérale, socialiste ... Le commerce est ainsi l'expression d'un certain comportement ; et la mer, avec ses ports, constitue l'un des plus importants vecteurs de transmission de cet héritage culturel, économique et politique”*. En créant des détours par des *hubs* de transit, on dissociait le « *space of places* » du « *space of flows* » (Castells, 1996) pour des gains économiques allant autant à l'entreprise qu'au territoire, mais au prix d'un renforcement des inégalités d'accès au réseau. On pouvait même se poser la question de savoir si l'archipel mondial des grands *hubs* n'était pas lui-même un gigantesque appareil à récolter de l'information sur les flux et par-là sur leurs origines et destinations, la centralisation favorisant le contrôle. Le fossé entre matériel et immatériel n'était pas si profond. Ainsi, les *hubs* actuels ne seraient-ils pas non

plus au service d'une centralisation de l'information, placés stratégiquement sur le globe de façon à la faire remonter au plus vite vers des centres de contrôle distants ? Connaître les origines et destinations des conteneurs est d'une importance capitale au niveau sécuritaire, comme en a témoigné l'expérience, même avortée, de la *100% Scanning Law* aux USA (Carlier et al., 2008). L'information remonte d'autant plus vite qu'elle est concentrée en quelques points de passage. Pourquoi Shanghai, malgré les immenses volumes manutentionnés, n'est-il pas le nouveau hub de l'Asie ? Pourquoi Singapour ou encore Dubaï continuent-ils d'investir dans l'agrandissement de leurs terminaux, alors même que la valeur ajoutée socio-économique du trafic de transit est par ailleurs très limitée ? Pourquoi 60% du commerce extérieur français passait-il par Anvers ?

On ne pouvait pas non plus négliger l'hypothèse selon laquelle la rationalisation du réseau maritime pouvait tout aussi bien être un phénomène somme toute « naturel », en réaction à la croissance du commerce et au vieillissement des nœuds anciens, sorte d'auto-organisation du système dynamique (Pumain et al., 1989 ; Sanders, 1992 ; Pumain, 2014). Des indices abondaient dans ce sens, puisque rien ne laissait supposer dans nos résultats sur l'analyse du temps long que la conteneurisation avait initié le phénomène de concentration, contrairement aux dires d'une majorité de chercheurs. Apparue en 1956 aux Etats-Unis, la conteneurisation ne s'était diffusée qu'à la fin des années 1960 dans quelques grands ports européens puis au Japon, se généralisant au reste du monde dans les années 1980 et 1990. La conteneurisation participait ainsi de la tendance observée mais n'en était pas la cause première. Si de plus amples recherches étaient nécessaires sur l'évolution des types de navires, le passage d'un réseau maillé à un réseau centralisé semblait malgré tout s'expliquer par des évolutions plus profondes, comme la mondialisation accrue, la décolonisation, l'émergence de la Triade, etc.

Que l'évolution profonde du réseau maritime s'explique plus par l'espace géographique, économique, ou politique, toujours est-il que toujours plus de navires sillonnent les mers de nos jours, pour connecter toujours plus de ports. On verra en troisième partie à quel point la modification du réseau a été jusqu'à remettre en question son ancrage même, dans les territoires littoraux, témoins au premier plan des mutations économiques et logistiques contemporaines.



## **Troisième partie**

### **L'ancrage territorial des réseaux maritimes**



### 3. L'ancrage territorial des réseaux maritimes

« Arriver à Venise par le chemin de fer, c'était entrer dans un palais par la porte de derrière ; il ne fallait pas approcher l'in vraisemblable cité autrement que comme lui, en bateau, par le large » Thomas Mann, *La mort à Venise* (1912)

#### 3.1 Introduction : ports et transport maritime, des activités « hors sol » ?

La partie précédente a montré la capacité du réseau maritime à retranscrire l'évolution du monde. Or le transport maritime ne saurait se limiter à ce seul statut de témoin, révélateur ou encore marqueur de dynamiques plus vastes, plus englobantes, en somme qui le dépassent. La thèse que je défends dans cette troisième partie est que le réseau maritime fait partie intégrante des structures et dynamiques économiques et territoriales en jeu. Le concept d'ancrage territorial m'a semblé le plus à même d'évaluer la nature et la teneur de ces interdépendances, dans le cas des ports et des flux maritimes ; il est entendu au sens de la matérialisation concrète de la spatialité. Abondamment utilisé en économie, comme dans l'école de la proximité, il permet de mettre en lumière les rapports complexes et variables entre le temps court des firmes, cycles technologiques, produits, et le temps long des territoires, de leurs spécialisations industrielles, même si nomadisme et ancrage ne sont pas toujours antagoniques (Zimmermann, 2005). La géographie économique évolutionniste (*evolutionary economic geography*) a largement débattu l'influence de l'espace et de sa différenciation régionale sur l'évolution de phénomènes économiques comme l'innovation technologique, l'émergence de clusters industriels, ou encore la diversification fonctionnelle (Boschma et Frenken, 2011). L'espace maritime serait ainsi fluide et volatile, par opposition à l'espace terrestre, ce dernier représentant plus de 60% du coût logistique total de l'acheminement d'un conteneur (Notteboom, 2004) en raison de ses nombreuses frictions.

Questionner l'ancrage territorial des ports et réseaux maritimes revient à s'interroger sur la spatialisation des chaînes et réseaux productifs en général (Leslie et Reimer, 1999), par opposition à leur volatilité apparente. Or sur ce point précis la littérature est très diverse et apporte des réponses somme toute paradoxales. Des travaux d'essence théorique ont montré comment se différencie l'ancrage territorial des armements de lignes régulières (Franc, 2010) et émergent de grands groupes mondialisés de manutention portuaire à fort ancrage régional (Slack et Frémont, 2005 ; Jacobs et Hall, 2007 ; Olivier, 2010). D'autres plus appliqués ont cherché à mesurer l'impact économique régional (coût-bénéfice) des activités portuaires en termes de valeur ajoutée et d'emploi (Coppens et al., 2007), très variables dans leurs sources, méthodes, terrains et bilans (Vleugels, 1969 ; Lemarchand, 2000 ; Hall, 2004). Mais la majorité des observations de terrain converge vers le constat global d'une véritable déterritorialisation des ports et réseaux maritimes, elle-même étant le résultat de l'évolution technologique du secteur, permettant toujours plus de fluidité, massification, concentration, détours. Les exemples abondent à propos de ce « décrochage » ou séparation spatio-fonctionnelle, comme la fuite des terminaux portuaires modernes hors des villes (Bird, 1963 ; Hoyle, 1989), la réorientation des flux d'exportation vers des terminaux périphériques (Hoare, 1986), la faible utilisation des terminaux logistiques par les groupes industriels à proximité (McCalla et al., 2001), l'attractivité limitée des *hubs* portuaires envers les entreprises logistiques (Slack et

Gouveral, 2015), le réaménagement des espaces portuaires délaissés ayant par ailleurs fait l'objet d'une littérature gigantesque depuis les années 1950. En résultaient la sous-qualification et la moindre richesse des zones autour des grands ports (Hall, 2009 ; Grobar, 2008), l'absence de relation statistique entre tonnage portuaire et emploi régional (De Langen, 2007), la baisse de valeur ajoutée des régions portuaires (Lever, 1995), l'absence de corrélation entre croissance urbaine et portuaire (Steck, 1995), le déclin de cette corrélation (Kidwai, 1989) et de celle entre tertiaire maritime et trafic portuaire (O'Connor, 1989 ; Slack, 1989 ; Jacobs et al., 2011), allant jusqu'à conclure à l'impact négatif des activités portuaires par rapport aux routes et autoroutes (Commission Européenne, 1999).

La concentration du trafic de transit en certains *hubs* brouillait l'ancrage territorial, même si en France par exemple les données des douanes permettaient de valider l'inverse proportionnalité entre volume de trafic et pourcentage de l'économie locale dans ce trafic : plus le port est grand, plus son arrière-pays est vaste (Guerrero, 2010). Pourtant vers 1900, 75% du trafic portuaire de Marseille se destinait à l'industrie locale (Garnier et Zimmermann, 2004). De nos jours, de grandes villes multimillionnaires comme New York et Busan ou d'autres comme Bordeaux n'étaient plus responsables que de 10 à 20% du trafic de leur propre port, suite à la dilution des industries et des activités logistiques (Ducruet, 2011) ou à la « régionalisation portuaire » (Notteboom et Rodrigue, 2005) définie par un lien plus fort avec des centres logistiques intérieurs. Environ 40% du commerce extérieur français transite par Anvers et le Benelux, tandis que les deux-tiers du trafic conteneurisé du port du Havre sont générés ou consommés par l'Île-de-France. D'autres cas existaient, comme des régions agricoles exportant leurs produits via des régions urbaines littorales (Löfgren et Robinson, 1999). Les données sur les origines et destinations précises des flux étaient trop rares pour que l'on puisse « remettre le trafic à sa place » de façon systématique et mesurer, comparer la teneur de l'ancrage en chaque lieu. Mais il était quasiment admis que dans un contexte de mondialisation accrue, le territoire du port « accuse le coût » des transformations logistiques, les bénéfices allant plutôt ailleurs (OCDE, 2014).

Plusieurs raisons cependant me portaient à croire que la question restait ouverte et non résolue. Tout d'abord, la grande majorité des travaux précités restait elle-même fortement dépendante du terrain occidental, celui des vieux pays industriels. C'était ignorer la diversité et variabilité de l'ancrage territorial dans le monde (voir à ce sujet Lee et al., 2008). Les économistes mesuraient et démontraient ainsi en des contextes bien différents l'impact positif d'un accès maritime direct sur la diversité et le volume des exportations régionales en Afrique du Sud et en Pologne (Matthee et Naudé, 2008 ; Cizkowicz et al., 2013), de l'investissement portuaire sur le Produit Intérieur Brut au Japon (Doi et al., 2001 ; Kawakami et Doi, 2004), de l'efficacité portuaire sur la baisse des coûts de transport et la croissance du commerce au Brésil (Haddad et al., 2010), enfin de la valeur ajoutée portuaire sur la richesse régionale en Chine (Cheung et Yip, 2011 ; Deng et al., 2013 ; Song et van Geenhuizen, 2014). Même des terrains occidentaux comme les États-Unis (Cohen et Monaco, 2008 ; Blonigen et Wilson, 2008) ou l'Europe (Oosterhaven et al., 2001 ; Merk et al., 2013 ; Botasso et al., 2013 ; Marquez-Ramos, 2014) avaient leur lot d'effets positifs des activités portuaires sur le développement régional, mais ceux-ci restaient bien moins significatifs et lisibles que dans les pays émergents et/ou hors du Vieux Monde. La déterritorialisation des ports et réseaux maritimes n'était donc pas universelle ; elle répondait peut-être à des cycles spatio-temporels. On observait même par ailleurs un phénomène du « retour du port dans la ville » (El Hosni,

2015) comme à Londres, suite à une longue phase de séparation ville-port voire de déclin portuaire (Overman et Winters, 2005).

Une autre motivation à pousser plus loin ces recherches tenait dans la possibilité et la nécessité d'une approche méthodologique nouvelle de cet ancrage. La plupart des travaux, tant sur les pays dits développés que sur les pays dits émergents, mesuraient l'activité portuaire par le tonnage total ou conteneurisé, sans aller plus loin sur la variété des marchandises manutentionnées. Le « territoire » se résumait soit à la population, soit à la richesse (PIB régional). On négligeait alors fortement la possibilité d'une variabilité de l'ancrage selon le type de flux et le type d'activités localisées près du port, tout étant confondu dans des indicateurs peut-être trop agrégés pour révéler quelque ancrage que ce soit. L'inspiration sur cet aspect était d'origine double : d'un côté les marchandises dessinaient des arrière-pays portuaires différents selon leur type eu égard à leur plus ou moins grande portée géographique, des vrac aux conteneurs (Guerrero, 2010, 2014) ; de l'autre les industries s'aggloméraient différemment dans l'espace selon leur type (lourde, légère) et leur dépendance aux denrées à coût de transport élevé (Tabuchi et Thisse, 2002). Deux autres aspects guidaient mon approche. D'une part, l'unité spatiale d'analyse des travaux précités sur la déterritorialisation était bien souvent micro-locale : l'interface ville-port, le *waterfront*, le centre-ville ; là où les modifications d'ordre physique, esthétique et architectural étaient les plus frappantes et immédiatement perceptibles par l'observateur de terrain. Mon idée était que là encore, un progrès était possible en passant au niveau soit de l'agglomération urbaine, soit de la région portuaire, les deux ayant en commun d'élargir la focale et ainsi de relativiser le décrochage micro par l'hypothèse du maintien de l'ancrage à une échelle plus macro. Cette montée en généralité permettait au passage d'aller vers plus de comparatif, les travaux précédents comportant une immense majorité de monographies sur tel port ou telle ville portuaire. Et ainsi de dépasser l'approche « utilitariste », unidirectionnelle, considérant l'impact du port sur le territoire, son apport économique à la société, mais rarement l'inverse. En quoi les trafics portuaires étaient-ils encore le reflet des productions/consommations de leur arrière-pays ? En d'autres termes ces trafics, indicateurs oubliés des études urbaines et régionales, permettaient-ils de parler autrement des territoires ? Y avait-il un effet de taille, de spécialisation du territoire sur le flux et au-delà, sur la connectivité du nœud, du réseau tout entier ?

D'autre part et enfin, il s'agissait d'innover par l'apport d'une perspective relationnelle, réticulaire, et ainsi de questionner de front l'ancrage territorial non seulement des ports mais des réseaux maritimes à proprement parler. Cette approche innovait d'abord en géographie, le réseau maritime n'ayant jamais été systématiquement analysé sur la base de la dimension urbaine et socio-économique de ses nœuds, et les systèmes de villes tout comme le développement régional n'ayant jamais été abordés sous l'angle des réseaux maritimes. Les travaux théoriques et monographies sur les villes globales dans les chaînes de valeur et productives existaient bel et bien (voir Derudder et Witlox, 2010), mais « *les fonctions maritimes ne sont plus intégrées par les chercheurs produisant des classements de villes globales en compétition pour le contrôle et la domination de l'économie mondiale* » (Bretagnolle, 2015, p. 35). L'on-t-elles jamais été ? La littérature sur les villes et les régions, marquée par une conception continentale comme évoqué en première partie, reposait en grande partie sur des modèles spatiaux terrestres, la variante maritime étant soit comme négligeable soit un obstacle à la généralisation (Beyers et Fowler, 2012). Le géographe

britannique James Bird (1977, 1983) fonda une partie importante de sa carrière sur l'intégration des *gateways* dans la théorie des lieux centraux, mais sans aller jusqu'à la formulation d'un nouveau modèle. La nouvelle économie géographique (NEG) consacra un seul article aux ports (Fujita et Mori, 1996) mais par le négatif, rejoignant par-là la critique des effets structurants des transports (Offner, 1993), puisque les effets d'entraînement de l'activité portuaire sont contrés par « l'effet d'ombre » (*shadow effect*) des grandes villes, portuaires ou intérieures. En d'autres termes, il ne suffit pas d'avoir un port pour créer une ville ; Fujita et Mori (1996) vont même jusqu'à préconiser de détériorer le lien physique entre cœur (ville intérieure) et périphérie (ville portuaire) pour que l'ancrage ait un impact local (voir aussi Stern et Hayuth, 1984). Dans son engouement pour les flux immatériels et la mobilité des personnes, la géographie urbaine et régionale a un tant soit peu délaissé le rôle des flux matériels de marchandises (Hall et Hesse, 2012), même si les ports restent d'importants facteurs d'externalités positives envers les villes (Hall et Jacobs, 2012). Au niveau théorique, l'approche permettait de faire le lien avec de plus amples questions sur les inégalités et le développement régional en lien avec le transport, relevant d'écoles de pensée variées, de la géographie économique à la Nouvelle Economie Géographique (Fujita et al., 1999 ; Dawkins, 2003 ; Scott et Storper, 2003 ; McCann et Shefer, 2004) mais comportant peu d'analyses empiriques de flux physiques ; sur la spécialisation et l'avantage comparatif, abordés habituellement au niveau étatique (Ludema, 2001 ; Harrigan, 2004) ; sur la spatialité des chaînes de valeur et réseaux productifs globalisés (Gereffi et Korzeniewicz, 1994 ; Leslie et Reimer, 1999 ; Dicken et al., 2001) ; enfin sur les phénomènes d'ancrage régional, de cohérence technologique et de « related variety » des régions abordés par la géographie économique évolutionniste (Boschma et Frenken, 2011a, 2011b ; Neffke et al., 2011).

De la même façon, l'innovation débordait sur le champ transdisciplinaire des réseaux, dans lequel la confrontation de la structure du réseau aux caractéristiques des nœuds n'était pas chose courante, tout comme l'analyse combinée de deux ou plusieurs réseaux entre eux, ce sur quoi le tableau suivant apporte une synthèse éclairante (Tableau 4). On s'apercevait alors que seulement quatre travaux, à ma connaissance, alliaient dimension multiplexe (réseau fait de plusieurs réseaux ou types de liens) et dimension socio-économico-démographique des nœuds et liens. Les ports furent mis en relation avec les territoires sous l'angle des réseaux plutôt dans une perspective routière (Chapelon, 2006 ; Fowler, 2006). Sans aller jusqu'à l'approche globalisante du « réseau de réseaux » (Rimmer, 2015 ; Robinson, 2015), on avait des analyses du réseau maritime soit multiplexe (couplé avec l'aérien, le routier) soit « spatial », que nous présentons dans les chapitres qui vont suivre. On l'a vu en première partie, les chercheurs ont longtemps privilégié les « réseaux techniques » faits d'infrastructures tangibles, comme les autoroutes et les lignes ferroviaires, pour passer ensuite aux réseaux aériens puis à ceux des firmes multinationales. Si les réseaux maritimes ont connu une explosion d'analyses empiriques dans les années récentes, le port et le terminal portuaire restent l'unité d'analyse dominante, pas la ville ni la région. Les autres réseaux, eux, furent analysés en lien direct avec la taille urbaine et la richesse régionale, montrant dans le cas de l'aérien de fortes interdépendances entre volume des flux, centralisation du réseau autour de grands pôles, population et richesse des villes (Choi et al., 2006 ; Dobruszkes et al., 2011 ; Neal, 2011 ; Wang et al., 2011), même si dans l'ensemble, les réseaux dits « spatiaux » restent bien souvent analysés sous l'angle purement topologique, sans caractérisation socio-économique des nœuds.

Echelle	Auteur(s)	Année	Champ	Réseau(x)	Multiplexe	Spatial	Zone d'étude
Nationale	Holl	2004	ECO	Routier	Non	Oui	Portugal
	Neal	2011	GEO	Aérien	Non	Oui	Etats-Unis
	Jin et al.	2010	GEO	Routier, ferroviaire	Oui	Oui	Chine
	Bogart	2009	ECO	Routier, canaux, ports	Oui	Non	Angleterre
	Wang et al.	2011	GEO	Aérien	Non	Oui	Chine
	Berroir et al.	2012	GEO	Ferroviaire, flux domicile-travail, aérien	Oui	Oui	France
	Burger et al.	2014	GEO	Flux domicile-travail	Oui	Non	Pays-Bas
	Durantou et al.	2014	ECO	Routier, flux de marchandises	Non	Oui	Etats-Unis
	Guerrero et Proulhac	2014	GEO	Flux de marchandises	Non	Oui	France
Bretagnolle et Franc	2014	GEO-INF	Routier	Non	Non	France	
Internationale	Cattan	1995	GEO	Aérien, ferroviaire	Non	Non	Europe
	Chapelon	2006	GEO	Routier	Non	Oui	Europe
	Choi et al.	2006	GEO	Aérien, Internet	Oui	Non	Monde
	Nelson	2008	INF	Routier, ferroviaire, fluvial, maritime	Oui	Oui	Monde
	Parshani et al.	2010	PHY	Aérien, maritime	Oui	Non	Monde
	Devriendt et al.	2010	GEO	Aérien, Internet	Non	Non	Europe
	Dobruszkes et al.	2011	GEO	Aérien	Non	Oui	Europe
	Ducruet et al.	2011	GEO	Aérien, maritime	Oui	Non	Monde
	Tavasszy et al.	2011	ECO	Maritime, routier	Oui	Non	Monde
	Tranos	2011	GEO	Aérien, Internet	Oui	Non	Europe
	Liu et al.	2013	GEO	Aérien, multinationales	Oui	Non	Monde
	Ducruet	2013	GEO	Maritime	Oui	Non	Monde
	Scheidel	2013	HIS	Maritime, routier	Oui	Non	Empire romain
	Shen et al.	2013	ECO	Maritime, routier	Oui	Non	USA/Monde
	Derudder et al.	2014	GEO	Aérien, routier, ferroviaire	Oui	Non	Asie du Sud
Ducruet et Itoh	2015b	GEO	Maritime	Oui	Oui	Asie-Pacifique	
Ducruet et al.	2015	GEO	Maritime	Non	Oui	Monde	

Tableau 4 : Synthèse de la littérature empirique sur les réseaux de transport multiplexes ou spatiaux.

*N.B. La colonne « spatial » renvoie à l'utilisation ou non de données locales sur les nœuds, et la colonne champ indique l'approche disciplinaire, avec comme modalités GEO (géographie), ECO (économie et science régionale), HIS (histoire), INF (informatique), et PHY (physique). Les seuls travaux portant à la fois sur le multigraphe et sur les données locales sont surlignés en gris.*

Aborder l'ancrage territorial des réseaux maritimes rejoint ainsi la motivation des chercheurs ayant voulu dépasser l'approche soit morphologique, soit topologique, en donnant par le recentrage sur l'acteur une « âme » au réseau. Or mon postulat est qu'il ne suffit pas d'avoir une âme, encore faut-il avoir de la chair sur les os, en écho à la « logique relationnelle des territoires » (Cattan, 2004). Outre ces analogies il est question d'élucider en quoi les réseaux maritimes s'intègrent aux territoires qu'ils connectent et en retour, comment ces territoires influencent leur structure et leur répartition dans l'espace. Plusieurs approches complémentaires jalonnent cette partie. Je présenterai en premier lieu un travail en cours sur le réseau maritime considéré comme un système de villes mondial, afin de mesurer l'influence de la hiérarchie urbaine sur la centralité et le rayonnement maritime, apportant au passage un regard nouveau sur cette hiérarchie. En second lieu, je présente des travaux récents sur les

spécialisations croisées entre flux maritimes et régions littorales, et sur la dimension multi-niveaux de la performance portuaire dans un réseau maritime. Enfin, en troisième lieu, il sera question de la multimodalité des réseaux maritimes, via leur couplage aux autres réseaux, et la différenciation de l'espace par le niveau d'intégration verticale du mode maritime aux autres modes de transport au sein des villes européennes.

### 3.2 Réseaux maritimes, métropolisation, et systèmes de villes

Le réseau maritime semble être le grand oublié des analyses macro-géographiques des villes et des régions ainsi que sur les interactions à l'œuvre au sein d'un système de villes. En quoi les flux maritimes peuvent-ils contribuer à une meilleure compréhension du fait urbain à travers le monde ? La structure des connexions maritimes interurbaines est-elle proche de celle observée dans d'autres systèmes relationnels, fait-elle émerger un archipel mégalopolitain mondial (Veltz, 1996), ou remet-elle en question les classements établis ? Ces flux correspondent tout à fait aux trois dimensions fondamentales d'un système de villes (Bretagnolle et al., 2007) : relations fonctionnelles, relations hiérarchiques, et relations de concurrence ou de synergie. Aborder les villes par le mode maritime est spécifique par le placement de la focale au niveau des échanges physiques de marchandises, quand bien même la plupart des travaux sur les circulations mondiales ou les villes se focalisent plutôt, on l'a vu, sur l'immatériel ou les grandes métropoles économiques (Cattan, 2004).

Il était de mise de se référer par exemple à Adam Smith (1776) à propos du lien vital que permettait le transport maritime entre villes distantes depuis longtemps : « *What goods could bear the expence of land-carriage between London and Calcutta? Those two cities, however, at present carry on a very considerable commerce with each other, and by mutually affording a market, give a good deal of encouragement to each other's industry* ». L'espace et le réseau maritime rapprochaient les villes au lieu de les séparer ; pourquoi ne pas imaginer un réseau mondial de villes s'affranchissant de ces fausses barrières ? L'espace terrestre n'était-il pas non plus, voire davantage, contraignant ? La prise en compte des liens non-terrestres échappait alors aux modèles dominants comme la théorie des lieux centraux (Christaller, 1933) qui postulait que les interactions entre lieux (villes) étaient bornées à un espace fermé et produire une hiérarchie. Or la volonté d'intégrer les connexions distantes était présente depuis longtemps en géographie, par exemple chez James Vance (1970), qui mettait au centre de son analyse les réseaux marchands, passant outre les clivages physiques des mers et océans (Figure 42). Ces clivages allaient même jusqu'à s'effacer, comme pour Adam Smith, au gré de la croissance des échanges, des systèmes de villes distants s'intégrant de plus en plus pour ne former qu'un même système intégré. La même motivation poussait A. Burghardt (1970) ainsi que James Bird (1977) à pousser plus avant la définition des « *gateway cities* » en insistant sur la nécessaire déformation de la théorie des lieux centraux de par l'importance cruciale des connexions de longue distance. De nos jours la discussion a repris, poussée par le contexte de mondialisation et urbanisation croissantes, de multiplication des liens entre villes, favorisant même l'émergence d'une « théorie des flux centraux » (Taylor et al., 2010), toujours promouvant cette idée d'intégrer les connexions distantes dans l'analyse des villes. Pourtant les réseaux maritimes, on l'a vu, restaient peu analysés en soi, et lorsqu'ils l'étaient, c'était sous l'angle des graphes, des armateurs ou encore des terminaux portuaires, mais pas des villes. On ne savait toujours pas quelle forme et quelles logiques d'organisation aurait un système *maritime* de villes.

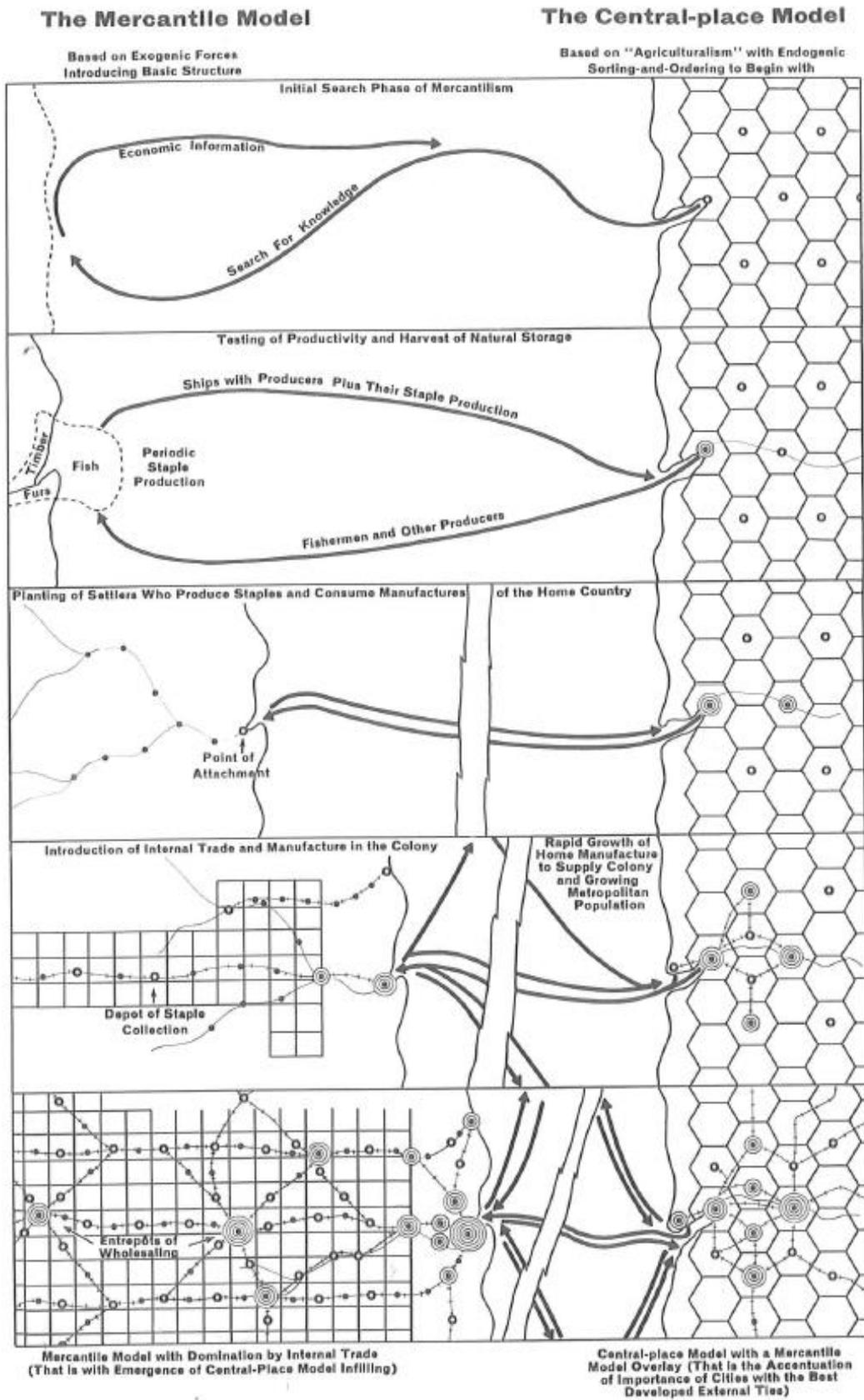


Figure 42 : Le modèle de peuplement mercantiliste de James E. Vance (1970)

Il semblait impératif de combler, enfin, cette lacune. Au-delà de la forme générale de ces échanges maritimes ramenés au niveau des agglomérations urbaines, l'on s'intéressera particulièrement à l'influence changeante de la « masse » démographique sur le volume et la centralisation des flux maritimes sur la période 1950-2010. Si ce travail était encore en cours pour s'étendre à la période 1890-2010, une telle profondeur de soixante ans pouvait d'ores et déjà suffire à apprécier l'évolution de l'interdépendance. Il se distingue de la partie précédente par le croisement avec les données de population urbaine, qui sont au centre de l'analyse. Plusieurs approches complémentaires sont proposées, de la répartition du trafic par classes de villes à la mesure de la corrélation entre trafic et taille urbaine, pour en venir finalement à la centralité maritime des villes dans le réseau, que l'on rapporte également à leur taille démographique. A quel point le réseau maritime est-il dépendant des masses des villes ? Retrouve-t-on le décrochage tant décrit par ailleurs dans des études réalisées sur une base locale ou nationale, mais aussi dans des contributions plus générales sur le transport dans l'histoire urbaine (Bretagnolle, 2015) ? D'autres métriques et méthodes viennent s'ajouter au couple population-traffic pour analyser le rayonnement maritime des villes, en prenant en compte la distance kilométrique des liens interurbains, ou encore l'émergence de sous-systèmes fortement connectés, permettant d'identifier les villes-pivots. On comparera enfin les résultats obtenus aux classements plus généraux des villes mondiales afin d'évaluer tant les superpositions que les écarts<sup>25</sup>.

### 3.2.1 L'influence de la variable urbaine sur le réseau maritime

L'influence de la hiérarchie urbaine sur le réseau maritime fut tout d'abord mesurée par la répartition des escales en fonction de classes de taille démographique (quantiles) entre 1950 et 2010 (Figure 44), sur la base d'une méthodologie rigoureuse d'appariement de chaque port à une ville ou agglomération (cf. encadré). La classe des plus grandes villes maintenait une importance écrasante dans le trafic mondial, avec un poids relatif d'environ 60% sur la période. Les deux classes les plus peuplées concentraient à elles seules plus des trois-quarts du trafic mondial. On pouvait toutefois noter une légère redistribution du trafic entre les classes, la part des plus grandes villes ayant perdu quelques points au profit des villes petites et moyennes. Les villes au-dessus de la population médiane perdaient ainsi 7% sur la période. Ce résultat préliminaire montrait à la fois le maintien du trafic dans les plus grandes villes et un léger glissement en faveur des plus petites, signe de léger décrochage.

L'étape suivante montrait que la corrélation linéaire entre escales et population avait légèrement chuté, passant de 0,57 en 1950 à 0,32 en 1990 mais remontait à 0,39 en 2010 (Figure 45). Ces éléments validaient en partie l'hypothèse de départ quant à la déconnexion croissante entre villes et ports, reflet de l'incompatibilité de leur croissance respective (manque d'espace, congestion, reconversion, etc.). Le réseau maritime devenait ainsi moins urbain au cours du temps, en rapport également avec les tendances à la rationalisation du transport maritime observées au niveau des seuls ports dans la partie précédente. En revanche, l'inclusion du niveau 2 dans les calculs montrait une baisse bien moindre de la corrélation à partir d'un niveau comparable, soit de 0,60 en 1950 à 0,47 en 1990 puis 0,51 en

---

<sup>25</sup> Je souhaite exprimer ici toute ma reconnaissance envers les efforts surhumains de Sylvain Cuyala et Ali El Hosni dans ce travail commun de construction de la base de données. Les travaux sont encore en cours pour étendre l'analyse aux villes plus petites et sur l'ensemble de la période 1890-2010, dans le cadre du projet ERC World Seastems.

2010. Cette prise en compte même sommaire de l'arrière-pays permettait ainsi de relativiser le décrochage entre ports et territoires, de par la pénétration continentale des flux et le rôle moteur de villes proches, littorales ou non.

### ENCADRE METHODOLOGIQUE

L'analyse porte sur les données extraites du *Lloyd's Shipping Index* et présentées dans la partie précédente dans l'analyse du réseau maritime sur le temps long, que l'on croise ici avec les données démographiques urbaines de la base *Geopolis* (Moriconi-Ebrard, 1994), harmonisées sur la base des agglomérations morphologiques. L'avantage de l'unité d'analyse « agglomération » était bien de pouvoir agréger plusieurs ports en une seule ville et donc d'analyser un réseau typiquement urbain, au-delà du réseau maritime « brut » interportuaire, même s'il était impossible de prouver concrètement que le trafic de tel port était lié (et à quel point) à telle ville, même la plus proche étant suspectée de ne voir en réalité que passer les flux de transit. L'année 2010 fut collectée via la base *World Gazetteer*, qui faisait également la distinction entre communes et agglomérations. L'expansion de la base urbaine était encore en cours de réalisation par le recours à une troisième base, *Population Statistics*, qui remontait à la fin du dix-neuvième siècle.

Ensuite et en lien avec la Figure 43, le choix fut fait d'inclure non seulement les agglomérations littorales mais aussi intérieures, connectées aux ports via la route sur la base de la proximité, de la continuité du peuplement (urbanisation) et du relief. Chaque port pouvait donc avoir une première ville littorale de référence (niveau 1) et une seconde ville, littorale ou intérieure (niveau 2), à condition de n'avoir aucune agglomération littorale proprement dite (une ville mineure n'appartenant pas à la base *Geopolis*) ou bien d'être à proximité d'une autre agglomération de taille supérieure à la sienne propre (ex : Santos au niveau 1 et Sao Paulo au niveau 2). Au final, l'échantillon se constituait de 668 agglomérations littorales (niveau 1) et de 801 agglomérations littorales et intérieures (niveaux 1 et 2). Le nombre d'habitants était la seule variable à disposition, ainsi que le nombre d'escales pour mesurer le trafic par ville et par lien entre villes. Nous avons eu parfois recours à des sources additionnelles en amont pour affiner l'appariement, comme des bases de données portuaires en ligne pour vérifier la localisation exacte du port, ou encore des sources journalistiques historiques ou actuelles permettant de valider ou non la « préférence » de tel port à telle ville dans des cas ambigus.

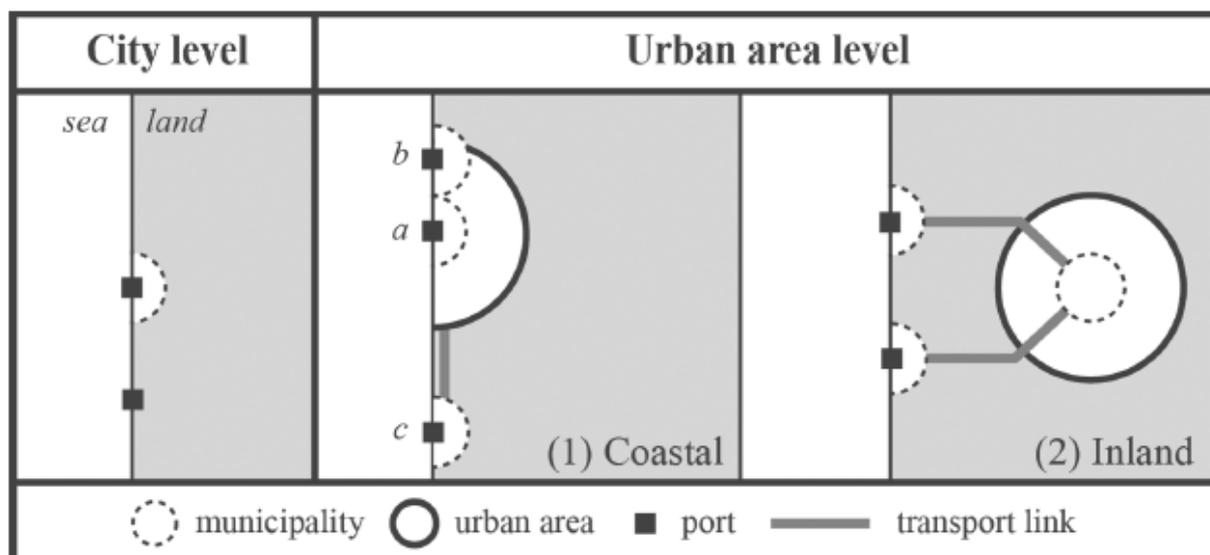


Figure 43 : Méthode d'appariement des ports aux agglomérations du monde

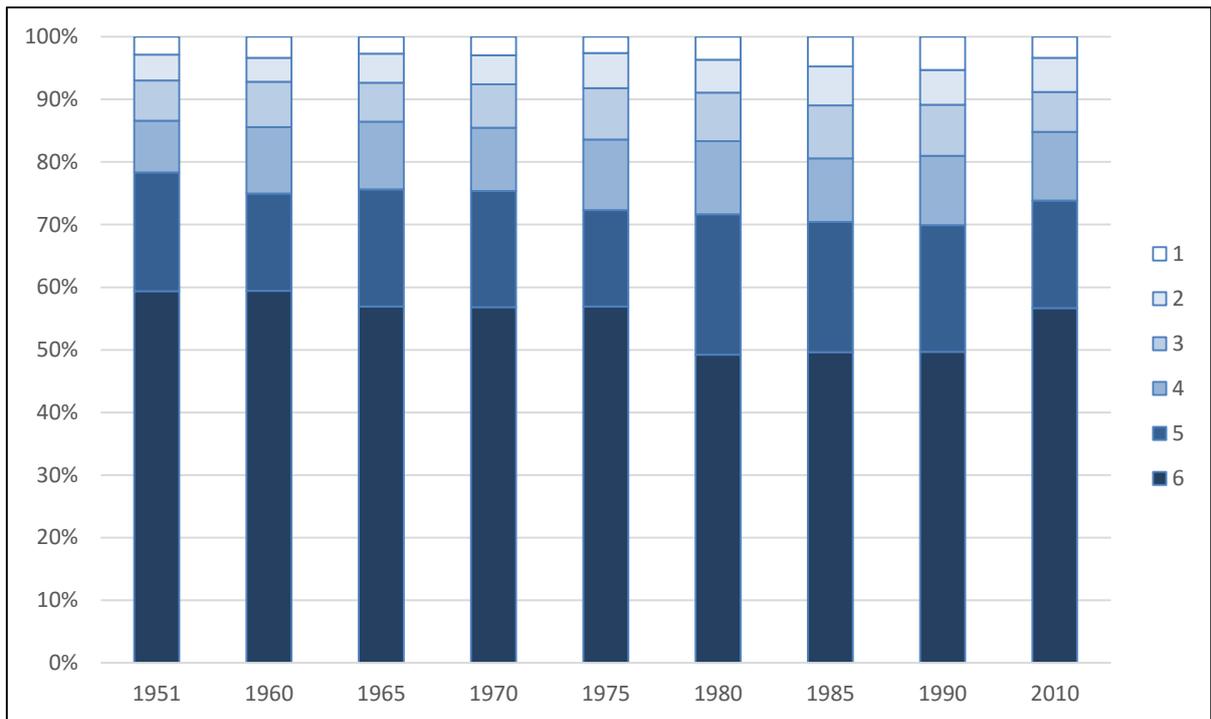


Figure 44 : Répartition du trafic maritime mondial par classe de taille démographique des agglomérations, 1950-2010. *N.B. La légende renvoie aux quantiles (ou sextiles), la classe 6 contenant les villes les plus peuplées*

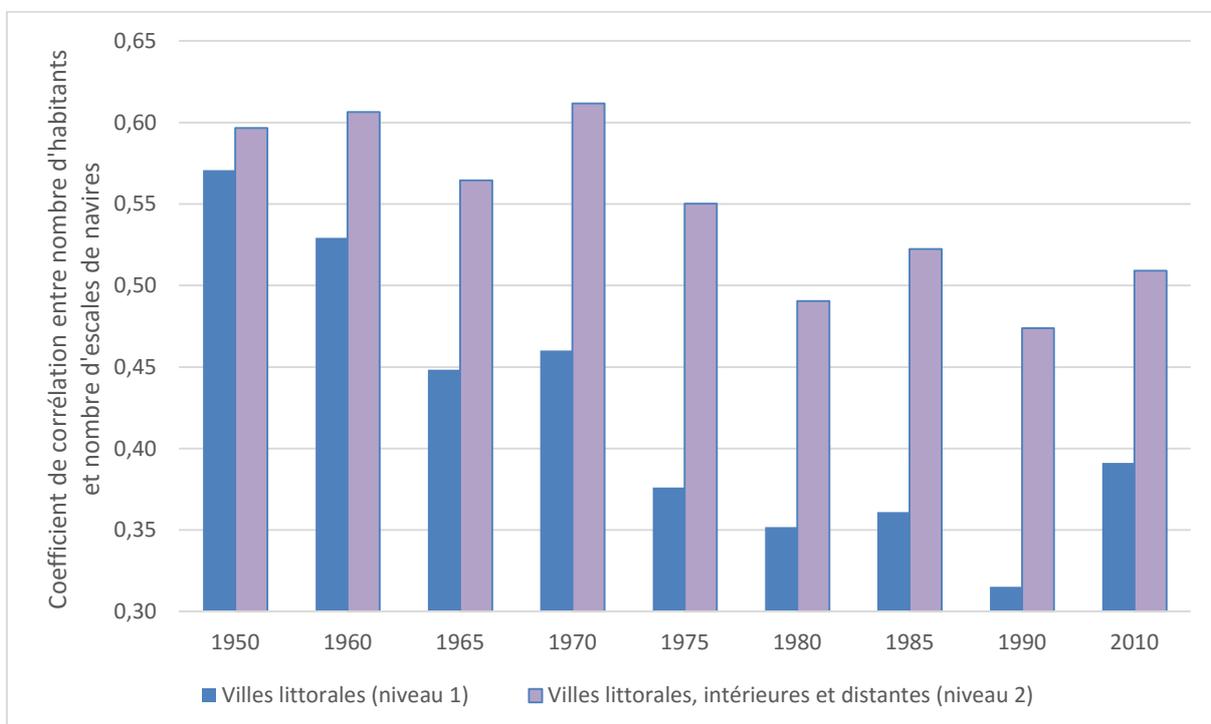


Figure 45 : Corrélation entre taille urbaine et trafic maritime par type d'appariement, 1950-2010

D'autres analyses davantage portées sur la centralité des villes dans le réseau maritime permirent d'éclaircir ces aspects. On observait que le *clustering coefficient* moyen des plus grandes villes (sur la base des quantiles) restait le plus faible sur toute la période, celles-ci conservant leur caractère plus prononcé de *hub* que les autres (Tableau 5). Même si la tendance était aussi à la baisse, les plus grandes villes restaient 4 à 5 fois plus densément connectées que les autres (*rich-club coefficient*). En revanche, la corrélation entre taille démographique, *betweenness centrality*, et *eccentricity* restait significative mais tendait à la baisse au cours du temps, les ports les plus accessibles dans le réseau n'étant pas forcément situés dans de grandes villes.

Quantiles	1950	1960	1970	1980	1990	2010
6	0,434	0,417	0,413	0,371	0,361	0,280
5	0,532	0,539	0,457	0,398	0,377	0,328
4	0,584	0,567	0,493	0,476	0,422	0,347
3	0,580	0,562	0,547	0,488	0,512	0,418
2	0,627	0,587	0,543	0,500	0,476	0,418
1	0,756	0,663	0,676	0,560	0,515	0,487
Ensemble	0,542	0,542	0,534	0,487	0,465	0,328

Tableau 5 : Coefficient de clustering moyen par classe taille démographique des agglomérations, 1950-2010. *N.B. la classe 6 correspond aux villes les plus peuplées*

On chercha aussi à déterminer si dans le réseau maritime, les plus grandes villes ont un rayonnement géographique plus étendu que les autres. Les distances orthodromiques pures permettaient de valider cette autre hypothèse, les connexions des plus grandes villes étant 1,2 fois plus longues que la moyenne mondiale toutes villes confondues, entre 1950 et 1990. Cependant les distances ne diminuaient pas forcément en fonction de la taille, les plus petites villes se connectant en moyenne aussi loin voire plus loin que celles des deux quantiles immédiatement supérieurs. L'idée fut alors de pondérer les distances par le nombre d'escales (escales-kilomètres). L'effet fut de creuser davantage les écarts entre classes de population, les plus grandes villes ayant cette fois des connexions 1,5 fois plus longues (et plus intenses) que la moyenne. Il n'en restait pas moins que les plus petites gardaient une longueur d'avance sur les villes pouvant être qualifiées de « moyennes ». Ces résultats montraient néanmoins l'influence plus que notable de la hiérarchie urbaine sur la répartition des flux maritimes et la centralité des ports. Rapportées à la population, les escales-kilomètres étaient, de plus, bien mieux corrélées que les seules escales, soit de 7% de plus en moyenne au cours de la période, mais baissant significativement de 0,74 à 0,55 ( $r^2$ ), toutes villes confondues. L'étendue géographique du rayonnement maritime était ainsi plus en accord avec la masse urbaine que la seule somme des connexions.

Enfin, j'eus l'idée de vérifier l'influence variable de la taille urbaine sur différents types de flux maritimes, répartis en six grandes catégories (conteneurs, marchandises générales, vrac liquides, passagers, vrac solides, ro-ro, et véhicules), fort des résultats obtenus dans la partie précédente sur la base des seuls ports (cf. section 2.3.1). Des données de circulation récemment acquises permettaient, sur la période 1975-2010, de confronter les flux de navires en tonnage à la population des mêmes agglomérations. Tout d'abord, les trafics les plus valorisants (conteneurs et marchandises générales) étaient plus significativement corrélés à la taille urbaine que les autres (Tableau 6). Cela mettait en exergue le rôle des grandes villes

dans la magnétisation des produits finis et semi-finis, qui alimentaient le marché de consommation local, et en même temps, contredisait la volatilité des flux conteneurisés, même si la corrélation baissait après 1985. Or cette baisse touchait l'ensemble des flux, le trafic passager étant le moins corrélé sur la période, en vertu de son fonctionnement saisonnier et en itinéraires focalisés sur des ports souvent exotiques et insulaires, donc sans rapport direct avec la masse démographique (Rodrigue et Notteboom, 2013). Les vrac liquides sont la seconde catégorie la moins corrélée avec la taille urbaine, ces trafics étant souvent le fait de terminaux pétroliers ou gaziers excentrés, en partie utilisant des oléoducs ou gazoducs pour du pur transit. Les autres types de flux ont une corrélation très comparable et moyennement significative, amoindrie par la logique du transit et de la localisation des ressources naturelles (minerais), entre autres facteurs explicatifs. Le cas particulier du trafic conteneurisé montrait par ailleurs qu'une proportion énorme de ce trafic se concentrait dans les villes les plus peuplées, soit 70-80% dans le quantile supérieur, et 83-90% dans les deux quantiles supérieurs, avec même une tendance à la hausse. On était alors très loin de la volatilité et du décrochage propres à la conteneurisation tant développés dans la littérature.

Types de flux	Coefficient de corrélation (Pearson)				
	1975	1980	1985	1990	2010
Conteneurs	0,646	0,612	0,616	0,557	0,465
Marchandises générales	0,575	0,595	0,603	0,518	0,624
Vrac liquides	0,312	0,299	0,507	0,437	0,366
Ferries & croisières	0,270	0,153	0,111	0,077	0,145
Vrac solides	0,553	0,550	0,557	0,503	0,361
Roll-on/roll-off & automobiles	0,630	0,536	0,542	0,475	0,464
Total	0,520	0,530	0,636	0,560	0,506

Tableau 6 : Taille démographique et types de flux maritimes, 1975-2010

L'influence massive des villes sur les flux maritimes pouvait sous de multiples autres angles. Par exemple, la taille démographique moyenne par niveau de diversité des marchandises était systématiquement et de loin supérieure lorsque le trafic était plus diversifié (Tableau 7), et augmentait en fonction du nombre de flux différents manutentionnés, à de rares exceptions. L'inverse était aussi vrai, au vu de l'augmentation graduelle du nombre moyen de types de flux d'une classe démographique à une autre (Tableau 8).

Types de marchandises représentés	Taille moyenne des agglomérations urbaines (milliers d'hab.)				
	1975	1980	1985	1990	2010
1	376	401	364	309	173
2	279	261	475	552	196
3	547	468	333	473	176
4	559	590	657	656	352
5	652	584	646	681	495
6	1615	1792	1782	1801	1624
Ensemble	889	952	1013	1110	702

Tableau 7 : Taille démographique moyenne et diversité des flux maritimes, 1975-2010

Classes démographiques (quantiles)	Nombre moyen de types de flux maritimes				
	1975	1980	1985	1990	2010
1	3,6	4,0	4,0	4,1	2,7
2	3,9	3,7	4,2	4,2	3,3
3	4,2	4,2	4,3	4,4	3,9
4	4,1	4,1	4,4	4,8	3,9
5	5,0	4,9	5,2	5,0	4,7
6	5,3	5,4	5,4	5,5	5,2
Ensemble	4,4	4,4	4,6	4,7	4,1

Tableau 8 : Taille démographique et variété des flux maritimes, 1975-2010

Ces résultats encore très agrégés étaient sans appel : l'influence de la masse urbaine était évidente voire écrasante. Même si elle ne suffisait pas bien entendu, à elle seule, à expliquer le volume des flux, elle constituait un repère incontournable dans l'univers des circulations maritimes. Encore fallait-il se représenter concrètement quelles villes avaient pu dominer le réseau au gré des évolutions tant urbaines que maritimes.

### 3.2.2 La hiérarchie mondiale des villes maritimes

L'application des flux majeurs (Figure 46) aux flux maritimes entre agglomérations montrait tout d'abord une intégration croissante du réseau avec un nombre décroissant de larges composantes connexes, de sept en 1951 à deux en 2010. , en écho au fait que le réseau devient plus concentré et optimal (cf. partie 2). La géographie des flux maritimes interurbains était elle aussi éloquent, avec la régionalisation croissante du réseau, les liens étant de plus en plus locaux, à l'instar de la partie précédente montrant au niveau des ports le passage d'un système colonial centre-périphérie (longue distance) à un système plus polycentrique privilégiant l'efficacité logistique (courte distance). Les centres nerveux du réseau simplifié confirment bien la domination initiale de Londres, New York et Tokyo en 1950, les « global cities » de Saskia Sassen (1991), bien l'auteur ne mentionne que très peu leurs fonctions maritimes. Les trois plus grandes villes sont ainsi les trois pivots majeurs du système maritime, polarisant directement ou indirectement (selon le principe de transitivité : si A domine B et que B domine C, alors A domine C) de nombreuses autres villes même très lointaines, la logique impériale étant alors toujours de mise.

De nombreux exemples cependant permettaient de relativiser l'importance de la taille des villes. Tout d'abord à cause d'une accessibilité nautique limitée, certaines métropoles lacustres ou fluviales restent en situation périphérique dans le réseau maritime, y accédant de façon indirecte par la Seine ou le Saint Laurent (Paris, Chicago, Toronto, Détroit). Un autre facteur de décalage provenait d'un déclin commercial contrastant avec la taille urbaine acquise, comme pour Bombay et Calcutta, suite à l'indépendance de l'Inde en 1947, ou encore Buenos Aires, en raison des tensions politiques argentines ayant graduellement érodé sa prospérité commerciale. Londres et New York étaient devenus des pivots maritimes bien mineurs à partir des années 1990, en contraste total avec leur taille urbaine, suite à la réorientation des routes maritimes vers des ports modernes et spécialisés et à la politique de reconversion des *Docklands* londonienne.

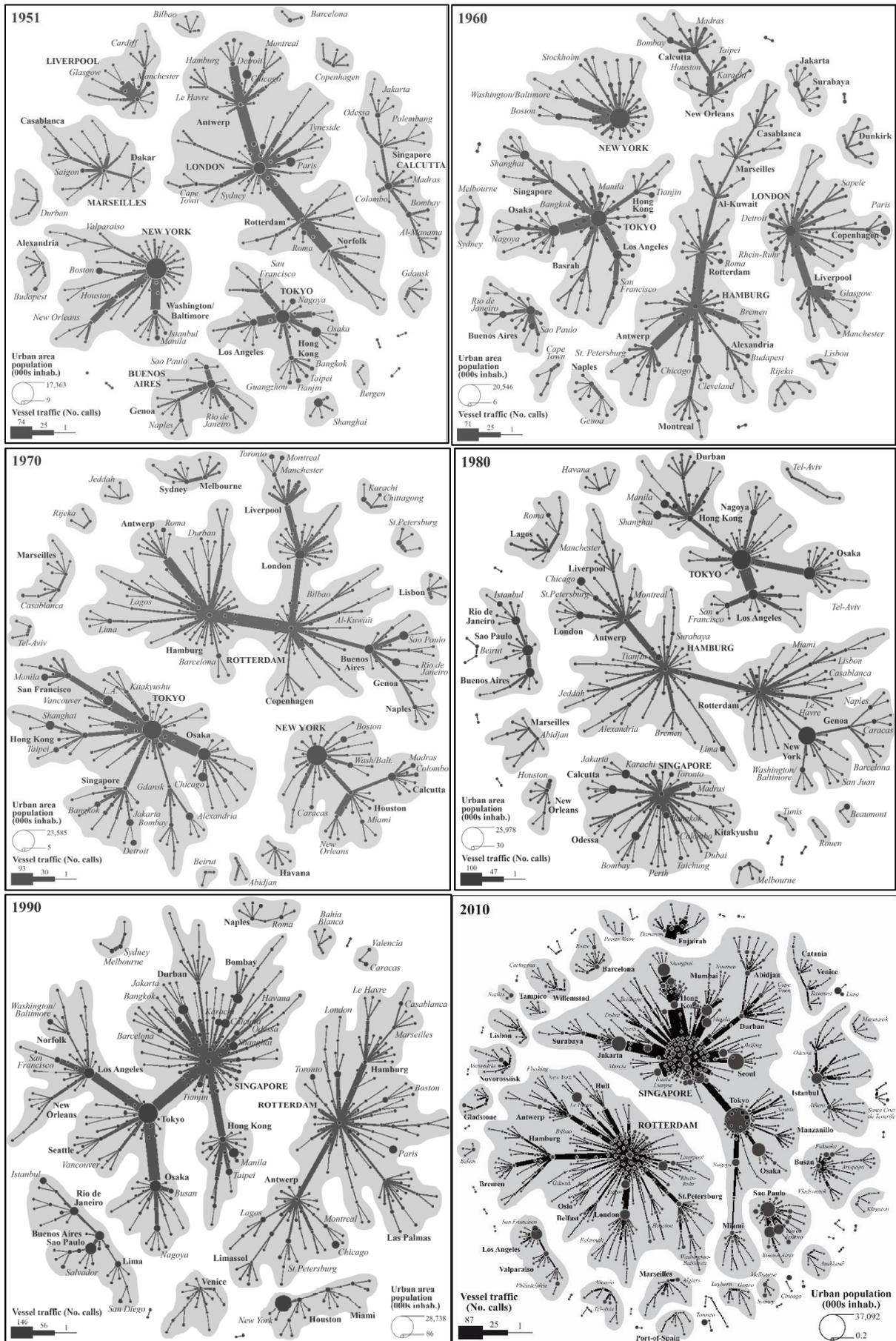


Figure 46 : Régions nodales et hiérarchie urbaine mondiale, 1950-2010

Cependant, Londres regagne une place notable comme pôle secondaire de Rotterdam en 2010. Mais des villes comme Osaka et Nagoya sont déclassées en 2010, tandis que Séoul (Incheon) a une centralité maritime limitée par des facteurs physiques mais aussi politiques, le grand port de Corée étant plutôt Busan, dans son sous-système à part. Pourtant Tokyo, Sao Paulo, Los Angeles, Sao Paulo, et Jakarta en 2010 continuent d'allier taille urbaine et centralité maritime, à la tête de leur sous-réseau régional.

A l'inverse, des villes avaient une centralité maritime disproportionnée par rapport à leur taille démographique, comme Bassora ou encore Fujairah à cause des flux pétroliers, mais aussi et surtout Anvers et Rotterdam, depuis les années 1970, eu égard à leur rôle de porte d'entrée continentale de l'Europe. Hambourg étant trois fois plus grande que ces deux villes, sa centralité maritime semblait plus en accord avec sa masse. Le même phénomène était visible en Asie, avec Hong Kong et Singapour, qui bien qu'étant de grandes villes, étaient devenues les *hubs* principaux centralisant les flux maritimes de villes encore plus grandes qu'elles, comme Bangkok et Karachi, encore trop à l'écart des routes maritimes principales mais en voie de développer de nouveaux ports à conteneurs (Eliot, 2003). Enfin, des effets de barrière intéressants pouvaient être observés, provenant par exemple de régimes politiques ayant imposé des barrières commerciales et expliquant l'isolement en 1951 de Barcelone, Bilbao et Shanghai. L'instabilité politique pouvait expliquer, dans le cas de la révolution égyptienne imminente de 1952, l'isolement d'Alexandrie, ou bien celui de Tel-Aviv/Jaffa en 1970 et 1980, de Lattaquié-Beyrouth aux mêmes années (guerre civile). L'influence du contexte de Guerre Froide ressortait avec la mise à part de la dyade Kiel-Mourmansk en 1960 et de la clique La Havane/Rostock/Varna en 1970. En 1980 Le Havre reste toujours à part malgré une connexion avec Vigo (Espagne), et intègre en 1990 le sous-réseau de Singapour mais via Odessa, faisant partie du système soviétique. Enfin, des circuits spécialisés, en écho aux liens forts et faibles analysés dans la partie suivante, émergeaient autour de Dunkerque, Le Havre, Brest et Bordeaux sur la base coloniale (Madagascar, Vietnam, Bénin, Congo et Sénégal), tout comme pour Lisbonne et Porto (Angola, Guinée-Bissau), et de son côté Marseille (Afrique du Nord et de l'Ouest).

Les « régions nodales » ainsi obtenues permettaient de caractériser ces « *maritime gateways* » et d'en faire un classement sur la base du nombre de leurs flux majeurs (Tableau 9). Parmi les trente centres maritimes principaux retenus, une dizaine en moyenne se classe parmi les « Alpha Cities » du GaWC défini pour l'année 2000 (Taylor et al., 2002). L'année 1950 se caractérise cependant par le plus grand nombre d'Alpha Cities (12), signe d'une meilleure adéquation avec le rang économique actuel par le passé que sur la période plus récente. Les années 1970 et 1980 sont celles qui en comptent le moins, ayant un nombre non négligeable de villes n'étant classées dans aucune catégorie du GaWC. Les grands ports de la rangée nord-européenne comme Anvers, Hambourg et Rotterdam font figure d'exception de par leur forte centralité maritime en rapport de leur appartenance aux villes Beta ou Gamma. Le nombre de villes non classées par le GaWC tend même à s'accroître sur la période, passant de 10 en 1950 à 14 en 2010, soit presque la moitié de l'échantillon. Ces villes seraient ainsi des centres logistiques d'importance économique mineure ou hyperspécialisés, ce qui semble s'appliquer à la plupart des cas, sauf peut-être Gênes, Brême, Naples, Bilbao, Nagoya, Cardiff, Surabaya ou encore Alexandrie, mais ces villes ont « remonté » le classement du GaWC puisqu'elles sont désormais dans la classe « Sufficiency », la plus modeste, dans le classement de 2012. Il

est également intéressant de noter la remontée d'Anvers et de Rotterdam dans ce dernier classement (Beta), ces villes maritimes majeurs ayant diversifié leur économie et s'étant intégrées dans des réseaux d'entreprises plus variés que la seule fonction logistique.

1950		1960		1970		1980		1990		2010	
New York	39	London	38	Hamburg	56	Hamburg	41	Singapour	76	Rotterdam	107
London	34	Hamburg	37	Tokyo	43	Singapour	40	Rotterdam	48	Singapore	95
Antwerpen	17	New York	36	Rotterdam	36	Rotterdam	38	Tokyo	26	Tokyo	37
Rotterdam	17	Tokyo	33	London	27	Tokyo	34	Antwerpen	23	São Paulo	27
Tokyo	17	Rotterdam	18	New York	27	Antwerpen	21	Los Angeles	21	London	21
Buenos Aires	14	Osaka	17	Osaka	18	Osaka	20	Hong Kong	20	Busan	21
Liverpool	14	Buenos Aires	14	Buenos Aires	14	Hong Kong	17	Osaka	19	Hong Kong	20
Marseille	14	Liverpool	14	Singapour	13	Los Angeles	11	Hamburg	17	Istanbul	17
Calcutta	13	Calcutta	12	Houston	11	New York	9	Las Palmas	15	St-Petersburg	16
Washington	10	Antwerpen	11	Antwerpen	10	Sao Paulo	9	Venezia	11	Hamburg	15
Norfolk	10	Marseille	10	Calcutta	8	Lagos	8	Durban	8	Athens	14
Hong Kong	9	New Orleans	10	Hong Kong	8	Buenos Aires	7	Miami	7	Antwerpen	13
Los Angeles	8	Montreal	8	Liverpool	8	New Orleans	7	Buenos Aires	6	Durban	12
Singapour	7	Singapour	8	La Habana	7	Durban	6	Houston	6	Jakarta	12
Alexandrie	5	Al-Kuwayt	7	San Francisco	7	Liverpool	6	Rio De Janeiro	6	Los Angeles	12
Dakar	5	Alexandrie	6	Marseille	6	London	6	Sao Paulo	6	Miami	12
Genoa	5	Casablanca	6	Melbourne	6	Marseille	6	Bombay	5	Abidjan	11
Bilbao	4	Hong Kong	6	Sydney	6	Rio De Janeiro	6	Lima	5	Fujayrah	11
Bombay	4	Napoli	6	Casablanca	5	Calcutta	5	Limassol	5	Barcelona	11
Cardiff	4	Surabaya	6	Genoa	5	Genoa	5	Napoli	5	Marseille	10
Casablanca	4	Basrah	5	Kobenhavn	5	Jiddah	5	New Orleans	5	Bremen	9
Gdansk	4	Genoa	5	Lisboa	5	Kitakyushu	5	Norfolk	5	Bombay	8
Hamburg	4	Houston	5	Napoli	5	Las Palmas	5	Seattle	5	Manzanillo	8
Jakarta	4	Jakarta	5	New Orleans	5	Nagoya	5	Bahia Blanca	4	Belfast	7
Kobenhavn	4	Kobenhavn	5	Alexandrie	4	Odessa	5	Marseille	4	Catania	7
Le Havre	4	Los Angeles	5	Gdansk	4	Abidjan	4	Nagoya	4	Odessa	7
San Francisco	4	Shanghai	5	Jiddah	4	Alexandrie	4	St-Petersburg	4	Santiago	7
Sao Paulo	4	Bremen	4	Lagos	4	Bombay	4	Vancouver	4	Willemstad	7
Shanghai	4	Chicago	4	Abidjan	3	Bremen	4	Barcelona	3	Genoa	6
Al-Manama	3	Dunkerque	4	Al-Kuwayt	3	Casablanca	4	Jakarta	3	Hull	6

Tableau 9 : Classement des villes maritimes mondiales par le nombre de flux majeurs et rapporté au classement des villes mondiales du GaWC (2000). N.B. les couleurs correspondent aux types de villes : **Alpha** (forte intégration à l'économie mondiale), **Beta** (connexion de la région/pays à l'économie mondiale), **Gamma** (villes mondiales plus spécialisées), **High sufficiency** (petites capitales et/ou centres manufacturiers), **Sufficiency** (villes modestes)

### 3.3 Les spécialisations croisées des réseaux maritimes et des régions

L'ancrage territorial du réseau maritime fut également envisagé à la lumière de variables complémentaires, plus variées et précises que la seule population urbaine ou le nombre d'escales. Ces derniers restaient pertinents de par leur caractère agrégé et synthétique, permettant l'analyse comparative au niveau mondial et la mise en valeur de dynamiques sur le temps long. Or mon hypothèse principale était que l'ancrage territorial des activités maritimes et portuaires se devait d'être abordé sous l'angle des spécialisations plutôt que des masses. J'abordais la spécialisation des territoires et des flux maritimes sous plusieurs angles, motivé par l'absence de travaux comparatifs sur cette question.

Tout d'abord, les données maritimes permettaient, contrairement à l'aérien, de distinguer entre plusieurs catégories de produits transportés et manutentionnés, ce qui offrait un terrain fertile à l'analyse des spécialisations. On supposait que la spécialisation portuaire allait de pair avec celle du territoire adjacent, malgré toutes les réorganisations industrielles et logistiques récentes qui semblaient affaiblir cette interdépendance. Cette approche était curieusement nouvelle ; en proposant l'analyse croisée des trafics et de l'industrie locale, elle plaçait ainsi le trafic maritime au rang de donnée régionale, ce trafic étant par ailleurs totalement exclu des classements régionaux en géographie, comme par exemple l'ouvrage « *The Global Competitiveness of Regions* » (Huggins et al., 2014), mais bien d'autres encore. Quelles hypothèses pouvais-je faire quant à la nature des ancrages possibles de tel ou tel flux ?

Ce travail éminemment empirique avait pour objectif premier de mener de front une analyse à petite échelle, comparative, et non une monographie d'un port en particulier, comme c'était déjà le cas dans la majorité des travaux sur les impacts économiques portuaires ou les analyses coût-bénéfice. Il fallait s'attendre à ce que le matériau de base des mesures soit agrégé, difficile d'accès, et confiné à la période récente ; il n'était donc pas question de zoomer sur des produits et filières très précis. Cette première étape cherchait plutôt à comprendre la relation entre flux et territoire via de grandes catégories de trafic et d'emploi (voir encadré méthodologique, section 3.3.1), à côté d'autres dimensions comme la richesse, l'échelle de circulation, etc. En guise de socle conceptuel permettant de formuler des hypothèses, sur la base d'une revue critique de nombreuses monographies et de travaux théoriques sur les ports et le développement régional, je formulais un modèle de relations port-région comportant quatre possibilités d'ancrage (Figure 47). Comme dans l'analyse précédente du système de villes, il y avait la possibilité d'un effet de taille, autrement dit que le trafic dans son ensemble pouvait ou non refléter la masse économique ou démographique des lieux dans lesquels il était manutentionné.

Cet effet d'agglomération conjoint des activités économiques et des flux de transport faisait partie intégrante de la *Nouvelle Economie Géographique* (NEG) menée par le prix Nobel d'économie et géographe Paul Krugman (1991). Or cet effet polarisant permettant de distinguer entre centre (*core*) et périphérie (*periphery*) ne tenait pas compte du « bruit » causé par les réorganisations logistiques contemporaines. Tout au plus assumait-il que pour des raisons diverses, les populations et activités s'aggloméraient ou se dispersaient dans l'espace, le centre pouvant perdre au profit de la périphérie ou l'inverse. Je proposais alors l'éventualité pour une localisation centrale d'être périphérique sur le plan des transports (ici dans le cas des ports et du transport maritime) et pour une localisation économiquement et

territorialement périphérique d'être très centrale au niveau logistique. C'était une façon de prendre en compte la centralité d'un lieu non seulement dans l'espace terrestre, conventionnel et habituel, mais aussi dans l'espace maritime, ce qui était moins fréquent. L'ancrage territorial des flux allait alors varier dans ces deux dimensions, espace économique (ou industriel) et espace logistique (ou portuaire et maritime). Restait alors à vérifier quels flux se concentraient en quels lieux, et si l'on pouvait observer des récurrences d'une aire géographique à une autre, que l'on se situe en Europe ou en Amérique du Nord, dans des pays développés ou émergents. L'hypothèse était ainsi qu'il n'y avait pas forcément de dichotomie parfaite entre fluidité et fixité, synergie et décrochage, mais plutôt des types d'ancrage différents ainsi que des niveaux d'ancrage, selon les lieux et les flux.

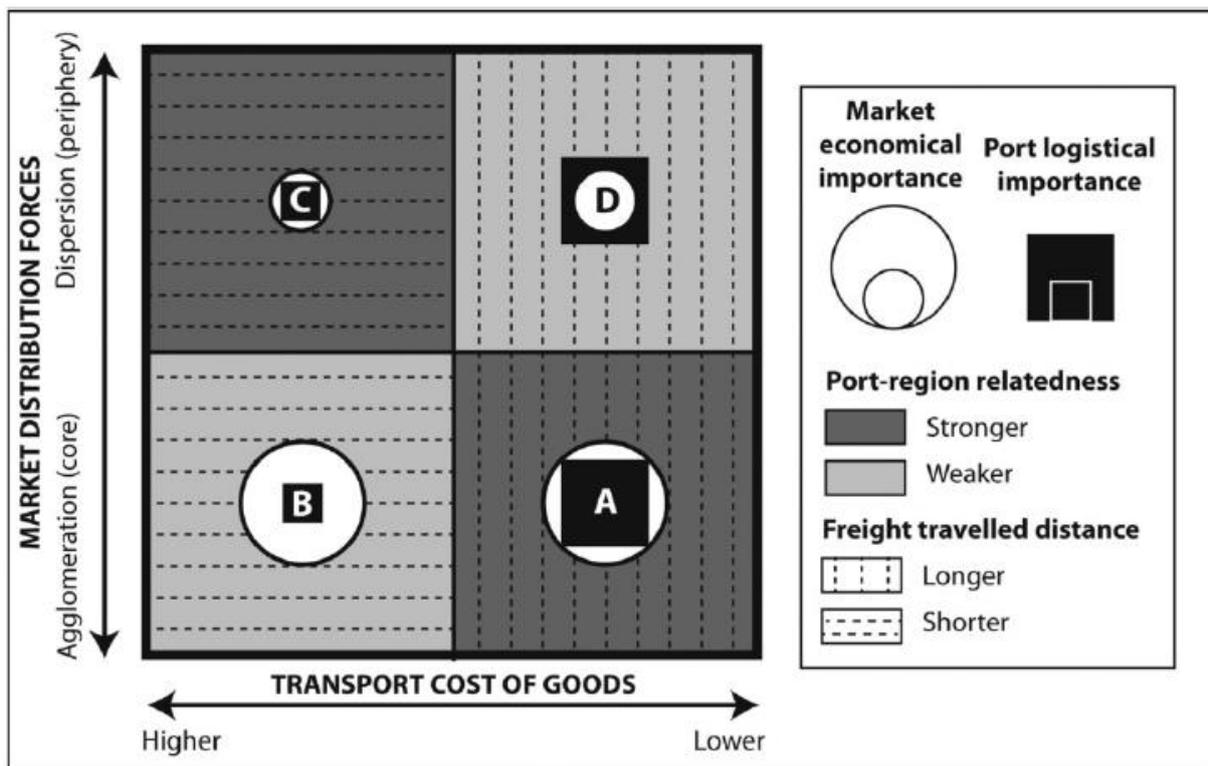


Figure 47 : Un modèle de l'ancrage régional des trafics portuaires (Ducruet et al., 2015)

Dans un second temps, le regard se porta sur la formalisation d'une approche relationnelle de l'ancrage, par deux analyses complémentaires. L'une proposa une extension du modèle précédent en croisant les données socio-économiques régionales avec la centralité des régions dans le réseau maritime et les différents types de flux connectant les régions deux à deux dans ce réseau. Ce complément permettait alors de vérifier en quoi types de flux et types de régions se rejoignent, mais aussi quel était la nature et la teneur des flux maritimes entre ces types de régions. Un tel système multiplexe prenait alors tout son sens dans son application à l'Asie-Pacifique, partie du monde où l'essentiel des activités économiques se concentre sur les littoraux. J'avais en effet résumé de façon simple l'organisation spatiale de quelques grandes macro-régions dans un travail précédent (Figure 48), qui en soi apportait son lot d'hypothèses quant à la teneur possible de l'ancrage territorial d'une zone à une autre, étant entendu que les ports européens par exemple étaient pour les plus grands d'entre eux en situation relativement périphérique par rapport à la centralité continentale de la dite « mégalopole ».

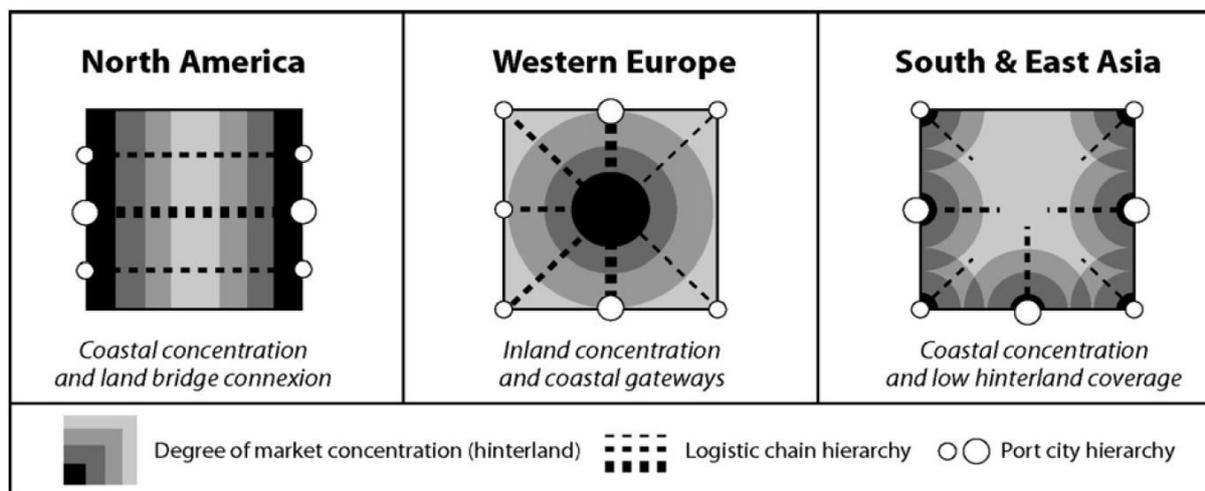


Figure 48 : Modélisation graphique d'arrière-pays continentaux (Lee et al., 2008)

Enfin, l'autre analyse complémentaire innovait de plusieurs façons. Tout d'abord, l'on proposait pour la première fois de comparer au niveau mondial le temps moyen d'escale (*average turnaround time*) des navires porte-conteneurs dans les ports à différentes années (1996, 2006, 2011). Cette mesure pourtant classique et jugée cruciale n'avait jamais fait l'objet d'une telle mise à plat, ce qui était pourtant permis par le recours aux données de la Lloyd's sur les mouvements quotidiens de ces navires, données qui concentraient plus de 90% de la flotte mondiale. L'objectif, cependant, était moins de comprendre la performance portuaire pour elle-même que de la situer par rapport, d'une part, à la centralité des ports dans le réseau maritime, et d'autre part, aux caractéristiques des territoires auxquels les ports appartiennent. Ce fut l'occasion d'inclure le niveau national dans l'analyse, celle-ci étant alors « multi-niveaux », combinant des indicateurs locaux sur le temps d'escale et les flux, nationaux sur la richesse et la qualité logistique, globaux sur le réseau dans son ensemble. On s'interrogeait alors sur les influences combinées et respectives de ces niveaux pour savoir au final ce qui expliquait le plus la performance des ports.

Toutes ces analyses avaient comme socle commun de tester la soi-disant volatilité logistique contemporaine, le nomadisme des réseaux et des flux. En quoi les territoires restaient-ils des facteurs-clé de compréhension des circulations maritimes récentes ? Ces dernières s'étaient-elles transformées au point de ne plus rien avoir en commun avec les caractéristiques de leurs ancrages physiques ?

### 3.3.1 Tonnages portuaires, emplois, et richesse régionale

Ma première analyse systématique des liens port-région porta sur les pays développés, avec d'abord une confrontation des données de trafic conteneurisé à quelques indicateurs-clé régionaux, grâce à la constitution d'une base de données portuaires et régionales (cf. encadré méthodologique). J'observais que les taux de croissance du trafic conteneurisé étaient inférieurs à la moyenne dans les régions plutôt industrielles, et supérieurs dans les régions plutôt tertiaires et à chômage élevé (Ducruet, 2009). Les régions industrielles des pays développés seraient ainsi moins dynamiques que les autres, eu égard à la fuite des usines vers les pays émergents, la difficile reconversion de leur tissu économique, et une moindre capacité à attirer des trafics valorisants.

## ENCADRE METHODOLOGIQUE

Le cadre régional pour l'analyse des réseaux maritimes et des flux portuaires se rapproche davantage du concept d'arrière-pays que l'agglomération urbaine, même si dans certains cas le premier se confond avec la seconde. La région administrative au sens de la région infranationale possède des avantages et inconvénients quant à l'analyse des trafics. Le premier avantage est la couverture géographique de l'espace terrestre, qui correspond au moins à l'arrière-pays dit « captif », où se concentre l'essentiel des clients proches du port, le cluster ou « communauté » maritime et portuaire (De Langen, 2004), qui se dérobe à l'attractivité et donc à l'influence des ports concurrents, par opposition à l'arrière-pays « contestable », souvent plus lointain, fait de territoires d'entre-deux (marges de concurrence) dont les clients peuvent choisir tel ou tel port pour leur desserte maritime. L'autre avantage était de permettre la collecte de données sur les activités économiques et la richesse régionale, donc plus précises que la seule population urbaine, en vue de leur confrontation aux données de trafic, elle aussi plus détaillées que le seul tonnage total ou le nombre d'escales. La rareté des données sur les flux terrestres, qui plus est d'arrière-pays, ne permettaient de toute façon pas de délimiter un périmètre fonctionnel des arrière-pays de façon systématique (Charlier, 1981 ; Guerrero, 2014). Les cartes en Figure 49 montrent toute la complexité inhérente à l'analyse des trafics portuaires sur la base des régions littorales, à partir du cas français, la région centrale (*core*) n'étant pas littorale (Ile-de-France) et se trouvant en plus desservie majoritairement par des ports tiers étrangers (Benelux). Il n'en restait pas moins que les spécialisations industrielles des ports français avaient forcément un rôle dans la composition de leurs trafics, à l'instar de tout complexe industrialo-portuaire hérité des années 1960 (Dunford et Yeung, 2009).

Les trafics portuaires (Eurostat et sources nationales) étaient ainsi agrégés au niveau des entités administratives régionales (NUTS2/TL2 ou 3) ce qui permettait de les comparer directement avec des données socio-économiques (Eurostat, OCDE, sources nationales). Ces trafics étaient différenciés par trois voire six catégories de produits, l'échelle de flux (nationale, internationale), la direction principale (import ou export) ; les données régionales par trois ou six catégories d'emploi, le PIB, le taux de chômage, la population et la densité. Pour éviter le biais national on transformait les valeurs brutes en pourcentages puis en indices de spécialisation, la base résultante comportant jusqu'à 360 régions portuaires situées dans 41 pays et comprenant pas moins de 1587 ports.

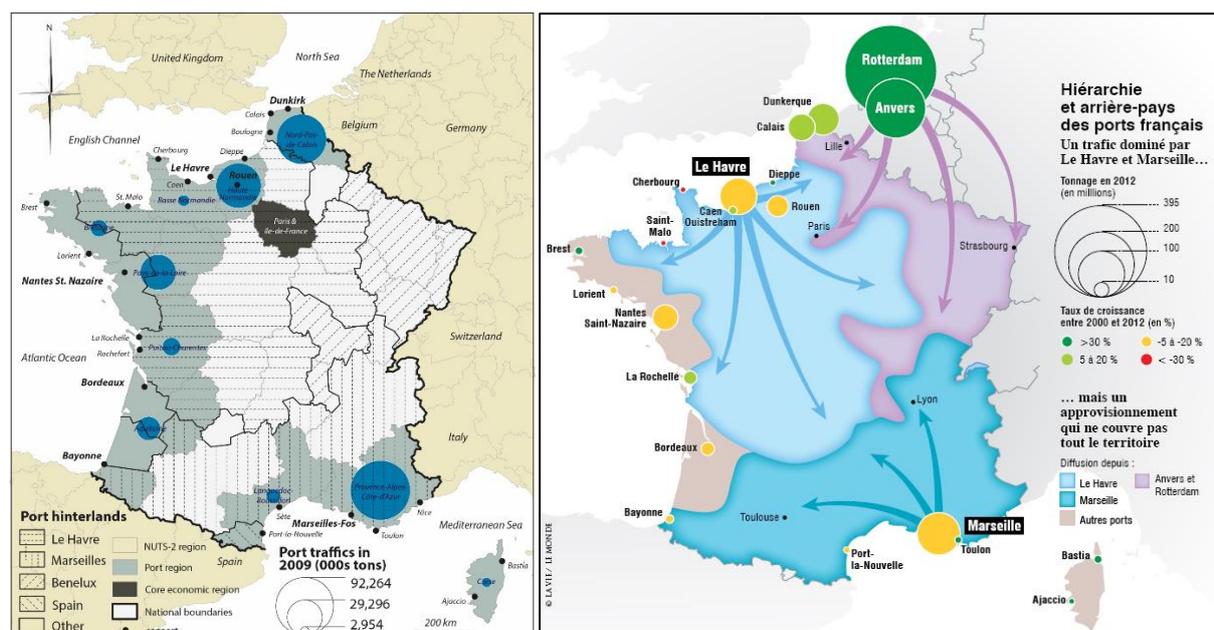


Figure 49 : La région portuaire, entre Administratif et fonctionnel

Or le fait que les taux de croissance étaient inversement proportionnels à la taille des ports dans les pays développés (Lemarchand et Joly, 2009) pouvait expliquer en partie ce résultat, les régions industrielles ayant été pionnières dans l'adoption de la conteneurisation et abritant ainsi les plus grands ports aux trafics plus matures et donc moins fluctuants. Néanmoins cette première tentative me poussa à aller plus loin dans la compréhension de la relation entre volume et diversité du trafic (Ducruet et al., 2010 ; Ducruet, 2011), ayant par ailleurs mené des entretiens auprès de responsables de quelques grands ports comme Rotterdam, où s'étaient accumulés différents types de trafics au cours du temps<sup>26</sup>. Or je trouvais en Europe une corrélation peu significative ( $r^2$  de 0,34) entre tonnage portuaire total et indice de diversité des trafics, mais également trois grands types : des grands ports d'arrière-pays très diversifiés de par l'accès à un vaste marché continental (Rotterdam) ; des ports moyens très diversifiés desservant un marché local à l'abri de la concurrence de par la distance aux grands *hubs*, accentuée par le relief, l'insularité (Belfast, Cork, Porto, Nantes, Thessalonique, Bilbao, Gdansk, Liverpool, Göteborg, Bourgas, et Constantza), mais aussi la taille urbaine (Londres, Copenhague et Oslo) ; enfin de grands ports très spécialisés, comme les *hubs* pétroliers (Bergen, Augusta), à conteneurs (Gioia Tauro, Tarente, Cagliari), à passagers (Calais, Douvres, Dublin) ou à automobiles (Bremerhaven).

Les liens port-région furent examinés plus en profondeur dans le cadre du projet européen ESPON-TIGER, où je dirigeais alors le WP « Maritime Flows ». L'ambition était double : proposer un cadre théorique à l'analyse de l'ancrage régional des ports, et pousser plus avant l'analyse croisée des données portuaires et régionales, en Europe mais aussi aux Etats-Unis et au Japon (Ducruet et al., 2015). Une analyse en composantes principales (ACP) montrait tout d'abord que les trois aires géographiques se caractérisaient par des tendances très proches : les trafics les plus valorisants se concentraient dans les régions spécialisées dans le secteur tertiaire marchand, plus densément peuplées et plus « riches » que la moyenne nationale (PIB par habitant). A l'inverse, les trafics de produits agricoles et de minerais, donc plutôt les vrac et pondéreux, se concentraient dans des régions spécialisées dans l'agriculture et l'industrie. Si l'opposition industrie/tertiaire ou rural/urbain n'était pas en soi une nouveauté, le fait que les trafics portuaires reflètent et participent à cette dichotomie permettait de remettre en cause, au moins en partie, le caractère éminemment volatile des flux et chaînes logistiques contemporaines.

De plus, la classification (CAH) des régions portuaires validait le modèle proposé, et allait même plus loin, passant de quatre à six types de liens port-région, sur la base de trois dimensions imbriquées (Figure 50) : le niveau d'ancrage territorial, en opposition à la volatilité ; le niveau de dynamisme économique régional ; enfin la distinction entre centre et périphérie. La nouveauté induite par cette typologie est que l'ancrage territorial fort ne va pas toujours de pair avec le dynamisme économique. De plus, même des régions centrales économiquement peuvent souffrir d'un ancrage limité. Les régions centrales de type A (*core port regions*) alliaient ainsi une économie dynamique à une grande diversité de flux maritimes, de niveau international. Au contraire, les régions centrales de type B (*urban regions*) étaient bien plus caractérisées par le dynamisme économique seul, sans rapport avec le trafic maritime, ayant fait le choix de la déconnexion physique et fonctionnelle.

---

<sup>26</sup> A l'époque le slogan du Port de Rotterdam était même le suivant « littéralement tout passe par le Port de Rotterdam. Des pommes aux automobiles, et des ordinateurs aux matières premières pour l'industrie chimique ».

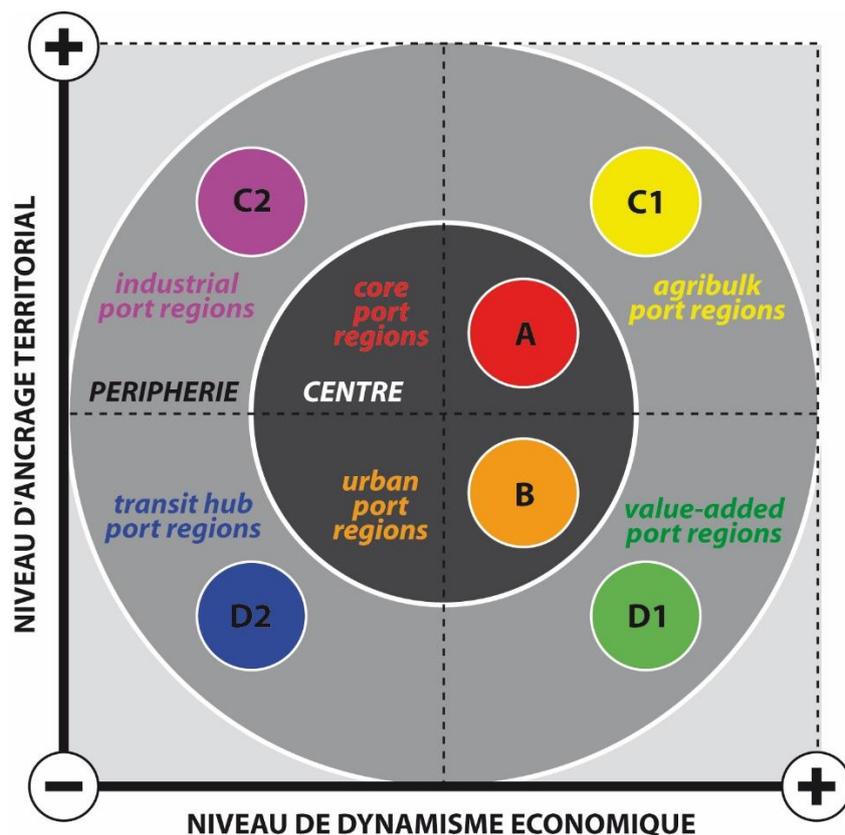


Figure 50 : Validation empirique des types de régions portuaires

Les autres types de régions constituaient la « périphérie », étant moins bien classées en termes de richesse et de niveau de flux. Les deux types de région à fort ancrage se distinguaient entre des régions de type C1 (*agribulk port regions*) où le port servait principalement de débouché de matières premières ou produits agricoles produits localement, et des régions de type C2 (*industrial port regions*) montrant plutôt des régions industrielles en déclin, également dépendantes de leur port pour des trafics surtout de combustibles (gaz, pétrole, charbon) mais dont la richesse était en-dessous de la moyenne et le chômage au-dessus. De la même façon, mais avec un ancrage faible, s'opposaient les régions de type D1 (*value-added port regions*) dont les flux plutôt valorisants s'accordaient mal avec l'économie locale mais avaient réussi à s'en servir pour attirer des activités auxiliaires, et les régions de type D2 (*transit hub regions*) qui étaient marquées par une inadéquation totale entre de gros volumes de trafic valorisants mais qui ne faisaient que passer, sans lien avec l'économie locale ni d'effet d'entraînement sur l'attraction d'autres activités ou de redynamisation d'un tissu économique en difficulté.

La cartographie des types obtenus (Figure 51) permettait de confirmer l'importance de la dimension géographique, au niveau de la dichotomie centre-périphérie. Un lourd travail de consultation de sources journalistiques permit également de valider la typologie au vu des projets de développement économique et d'aménagement dans la plupart des régions étudiées. Partout, on trouvait que les *core port regions* (A), concentrant à la fois richesse, tertiaire et flux diversifiés, étaient celles où la fonction portuaire était maintenue coûte que coûte par les autorités en charge des ports, en tant que portes d'entrée vitales de continents, pays, ou métropoles, comme New York, Californie, Tokyo, mais aussi Haute-Normandie (Le

Havre), PACA (Marseille), et Zuid-Holland (Rotterdam). Ces régions menaient, de plus, des projets innovants ayant pour effet de renforcer l'ancrage, comme l'attraction de firmes spécialisées sur le port lui-même, des politiques environnementales ambitieuses (éolien offshore, *cold ironing*), et réduction de la consommation d'énergie. Les régions de type B (*urban port regions*) restaient plutôt définies par la richesse économique que par les flux (Londres, Oslo, Stockholm, Lisbonne, Rhode Island, Connecticut, Yokohama, Osaka), et en général menaient des politiques d'aménagement visant à redévelopper les espaces portuaires délaissés à des fins urbaines, prolongeant par-là le décrochage. Le « retour du port dans la ville » à Londres (*London Gateway*) n'était pas encore d'actualité.

En Europe, les *transit hub port regions* (D2) combinaient un gros tonnage au tertiaire non marchand, chômage, construction, spécialisées dans les produits chimiques et les conteneurs. Ce cas était typiquement celui d'une faible imbrication entre flux et territoires, et concernant un chapelet de régions méridionales (Andalousie, Sardaigne, Sicile, Calabre, Pouilles) ayant en commun d'abriter un *hub* de transbordement majeur (Algésiras, Cagliari, Gioia Tauro, Tarente) faisant surtout du transit de navire à navire (donc sans rapport direct ou très limité avec l'arrière-pays) et connaissant d'importantes difficultés sociales et économiques. Contrairement à l'idée reçue selon laquelle le conteneur, symbole de progrès, crée richesses et emplois, on mettait en avant l'absence d'effets voire certains effets négatifs d'une greffe ne prenant pas sur le territoire d'accueil d'un *hub*. Il était néanmoins intéressant de souligner au passage que ces *hubs* méditerranéens, au cœur du réseau maritime conteneurisé massifié et optimal, avaient été développés en lieu et place de complexes industriels lourds (sidérurgie, métallurgie, chimie), des « pôles de croissance » (et parfois éléphants blancs) n'ayant pas résisté à la concurrence économique internationale. Toujours en termes d'externalités négatives, les *industrial port regions* (C2) étaient au contraire marquées par un ancrage fort du trafic de combustibles (gaz, pétrole, charbon) dans des économies locales marquées par l'industrie lourde, mais leur richesse par habitant restant très en-deçà de la moyenne nationale. La spécialisation dans des trafics à faible valeur ajoutée, couplée à une industrie elle aussi en difficulté, semblait aggraver encore plus la situation ; on retrouvait ce profil régional pour le Nord-Pas-de-Calais, de nombreuses régions britanniques et de la mer Noire (Bulgarie, Roumanie).

Enfin, les externalités positives qu'affichaient les régions C1 (*agribulk port regions*) et D1 (*value-added port regions*) se retrouvaient également dans les projets en cours. Les régions C1 par exemple, en Belgique (Gand) et aux Pays-Bas (Groningue, Delfzijl), avaient tendance à renforcer leur spécialisation dans les flux énergétiques de multiples façons, comme par le développement de l'écologie industrielle, du recyclage, de la logistique « verte », l'attraction d'industries (chimie, métaux, centrales, câbles sous-marins, huiles végétales, biocarburants). De leur côté, les régions D1 arrivaient à tirer profit des flux de transit (métaux, conteneurs) et à créer des synergies avec des filières spécifiques comme l'automobile, la mécanique, et l'agroalimentaire (Valence, Anvers, Brême, Ravenne), avec parfois la création de ports secs, centres logistiques, et l'investissement dans des technologies de manutention avancées proches pour décongestionner le port.

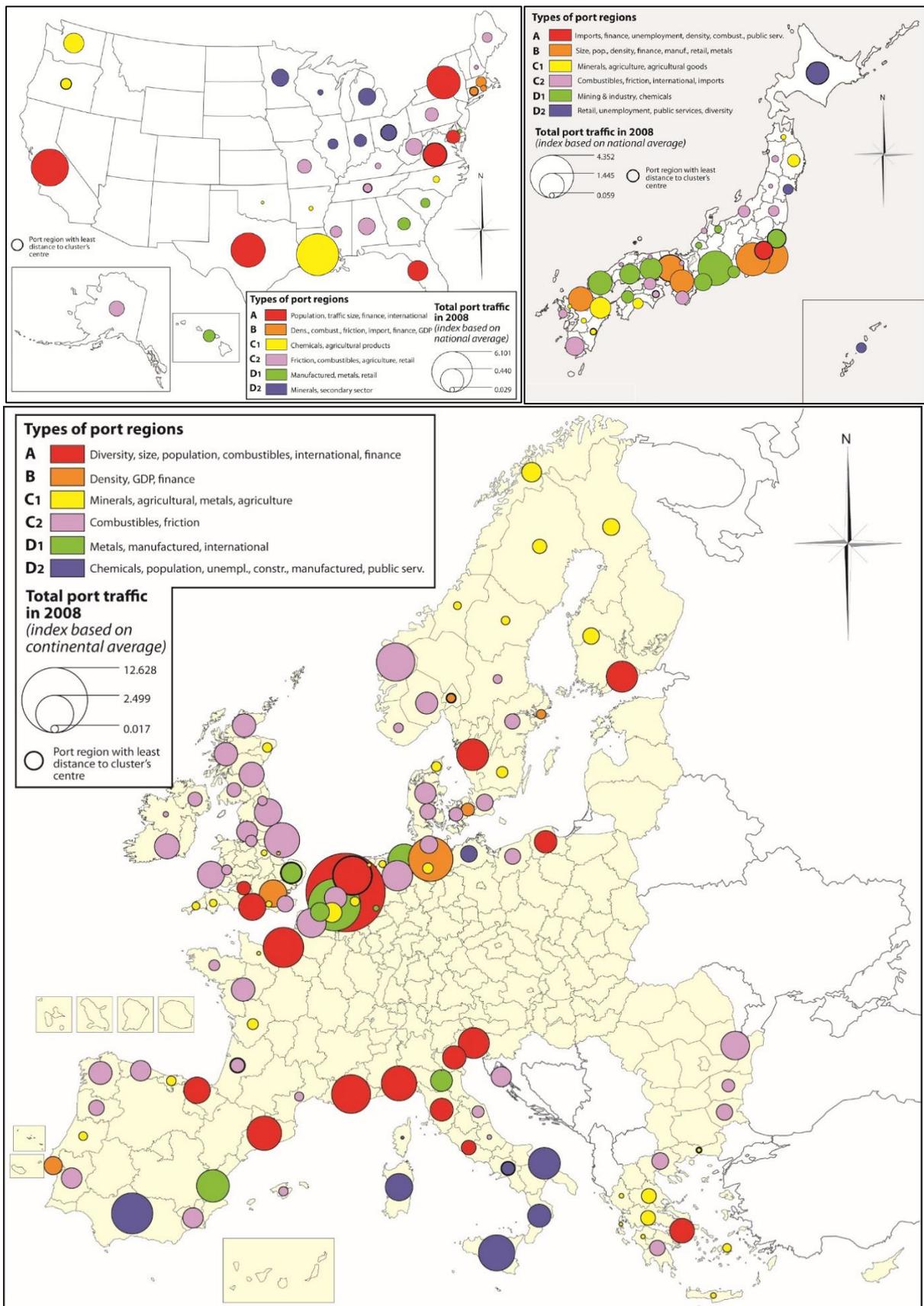


Figure 51 : Types de régions portuaires dans la Triade (Ducruet et al., 2015c)

L'analyse des liens port-région se prolongea par son extension à des pays émergents comme les BRICS mais aussi la Malaisie et le Maroc (Ducruet et Itoh, 2015a). Les résultats montraient tout d'abord que 75% du trafic portuaire total en tonnage était « expliqué » par une relation linéaire avec la population totale des pays, 40% au niveau infranational des régions. Le résultat était significatif vu l'hétérogénéité de l'échantillon étudié et les défauts inhérents aux deux indicateurs utilisés, somme toute grossiers. Un simple classement des régions en fonction de leur spécialisation économique permettait de confirmer les résultats précédents, avec un secteur primaire concentrant les vracs solides, un secteur secondaire tourné vers les marchandises générales et les vracs solides, et un secteur tertiaire plutôt lié aux vracs liquides. L'analyse en composantes principales (ACP) confirmait aussi que le trafic le plus valorisant (marchandises générales, dont les conteneurs) avait tendance à se concentrer dans des régions plutôt tertiaires, plus riches que la moyenne nationale, plus densément peuplées et manutentionnant un trafic plus international que local. Le second axe factoriel soulignait au passage la possibilité pour les régions industrielles de concentrer les flux valorisants (cf. analyses précédentes) et pour les régions tertiaires, de concentrer les flux énergétiques, eu égard aux besoins matériels des économies urbaines.

Enfin, la typologie résultante au niveau mondial permettait de grouper ensemble des régions portuaires de pays différents mais définies par les mêmes principes d'association (ou de dissociation) port-région. Le cas des « régions métropolitaines » (*core port regions*) était l'un des plus nettement marqués et mettait sur un même plan bon nombre de capitales étatiques et/ou économiques comme Londres, Paris, New York, Tokyo, Seoul, Taipei, Shanghai, Pékin, Casablanca, Istanbul, Toronto et Santiago. Cependant, le caractère trop agrégé des indicateurs économiques incluait également dans ce groupe des îles et enclaves (Corse, Baléares, Ceuta, Canaries, Melilla) mais pour la simple raison que ces régions souffraient d'un défaut d'industries et n'étaient ravitaillées principalement que par des marchandises générales, faisant alors figure de « villes globales ». En effet et afin de limiter l'effet de taille, les seuls indicateurs utilisés dans l'ACP étaient des indices ou rapports, le biais évident étant alors de grouper ensemble des régions de poids considérablement divers.

### 3.3.2 Vers une approche multi-niveaux et relationnelle de l'ancrage territorial

Deux autres approches permirent d'affiner l'étude de l'ancrage territorial par l'intégration de niveaux d'analyse supplémentaires et par la prise en compte des relations entre les ports. Tout d'abord dans le réseau conteneurisé mondial, on examina les déterminants du temps moyen d'accostage des navires (*ship turnaround time*) à l'aide d'une analyse multi-niveaux (Ducruet et al., 2014b). Ce fut la première fois qu'à l'aide des données sur les mouvements quotidiens de porte-conteneurs en mai 1996, 2006 et 2011 un tel indicateur fut calculé de façon systématique pour tous les ports du monde. La cartographie de cet indicateur au niveau des ports et des Etats laissait entrevoir une nette différenciation nationale du temps d'accostage, considéré par ailleurs comme un indicateur très utile de performance portuaire, les temps courts suggérant une plus grande efficacité de la manutention et donc une plus grande fluidité du trafic. Ce fut l'occasion de confronter cet indicateur à des mesures de centralité dans le réseau maritime au niveau des ports, et à des indicateurs socio-économiques plus généraux au niveau des Etats pour tenter d'expliquer sa variation.

Les résultats principaux de la régression multiple multi-niveaux étaient assez éloquentes (Figure 52). Au niveau strictement des ports, il était déjà intéressant d'observer que le temps d'accostage moyen augmentait avec le volume total de trafic portuaire, les plus grands ports étant sujets à la congestion plus que les plus petits. En même temps, l'influence de la centralité était négative, surtout le degré (nombre de liens) et le *clustering coefficient* (voir plus haut), c'est-à-dire que la centralité mais surtout la propension d'un port à être un *hub* permettait de diminuer le temps d'accostage et donc de fluidifier le trafic. Il y avait donc un subtil équilibre à trouver entre faire du trafic en volume et centraliser le réseau si l'on voulait éviter la congestion, l'analyse ne tenant pas compte d'autres facteurs plus qualitatifs comme l'interconnexion modale ou la présence de grands groupes de la manutention, le type de gouvernance portuaire, etc.

FIXED EFFECT																		
Parameter	Beta	S.E.	Sig.	Beta	S.E.	Sig.	Beta	S.E.	Sig.	Beta	S.E.	Sig.	Beta	S.E.	Sig.	Beta	S.E.	Sig.
<i>First level (port)</i>																		
Const.	-1.128	0.759	0.138	4.034	1.038	0.000	3.406	1.199	0.005	3.345	1.171	0.004	-3.695	1.126	0.001	-0.603	1.310	0.645
P_Betw	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.006
P_Degree	-0.053	0.015	0.001	-0.057	0.015	0.000	-0.043	0.016	0.008	-0.048	0.016	0.003	-0.052	0.016	0.001	-0.045	0.016	0.005
P_maxDWT	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.044	0.000	0.000	0.050	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.005
P_call-freq	-0.520	0.101	0.000	-0.405	0.103	0.000	-0.380	0.105	0.000	-0.378	0.105	0.000	-0.542	0.103	0.000	-0.477	0.105	0.000
P_inv_cc	-0.175	0.085	0.039	-0.185	0.086	0.031	-0.123	0.084	0.145	-0.127	0.084	0.132	-0.170	0.087	0.052	-0.098	0.085	0.251
P_TEU_LN	0.432	0.070	0.000	0.351	0.070	0.000	0.222	0.074	0.003	0.237	0.073	0.001	0.388	0.072	0.000	0.220	0.075	0.003
<i>Second level (country)</i>																		
C_GDPpc_LN				-0.513	0.071	0.000	-0.284	0.101	0.006	-0.290	0.095	0.003						
C_calls				0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.015						
C_HHI													0.465	0.224	0.039	0.279	0.240	0.246
C_TEU_LN													0.199	0.065	0.002	0.104	0.080	0.195
RANDOM EFFECT																		
Parameter	Estimator	S.E.	Sig.	Est.	S.E.	Sig.												
Repeated measure	9.896	0.405	0.000	9.618	0.398	0.000	8.750	0.374	0.000	8.887	0.378	0.000	9.977	0.413	0.000	8.962	0.379	0.000
Const.							0.868	0.247	0.000							0.700	0.181	0.000
P_TEU_LN										0.004	0.001	0.001						
MODEL FITNESS																		
Deviance	6228.12			6069.15			6020.25			6026.57			6096.95			6024.25		
AIC	6230.12			6071.15			6024.25			6030.57			6098.95			6028.25		
BIC	6235.21			6076.21			6034.37			6040.69			6104.01			6038.37		

Figure 52 : Analyse multi-niveaux des temps moyen d'escale des porte-conteneurs, 1996-2011 (Ducruet et al., 2014b)

L'inclusion du niveau étatique renforçait la tendance : si le temps moyen d'accostage était de toute façon plus élevé dans les pays moins riches que la moyenne mondiale (PIB), eu égard à leur moindre modernité portuaire et logistique, centralité et fonction *hub* étaient encore plus influentes dans les pays plus riches que la moyenne. A ceci près que la dimension réseau au niveau du port devenait inopérante dans le cas où, même dans un pays riche, celui-ci manutentionnait de gros volumes de trafic portuaire, qui plus est un concentré entre ses ports (*Gini*). Le temps d'accostage était donc variable non seulement au regard de la centralité du port mais aussi de son volume de trafic et ceci en fonction du contexte national dans lequel s'opérait l'activité portuaire.

Le second travail allant plus loin sur les déterminants locaux de la centralité maritime fut une analyse des liens entre régions portuaires d'Asie-Pacifique, chaque région étant une sous-division administrative d'un Etat et caractérisée par plusieurs variables socio-économiques, comme l'emploi dans trois grands secteurs (primaire, secondaire, tertiaire), le taux de chômage, le PIB régional, et la densité de population (Ducruet et Itoh, 2015b). L'Asie-Pacifique se prêtait bien à cet exercice en rapport avec la forte littoralisation de son économie. On croisait ces données locales, transformées en indices de spécialisation, avec un multigraphe maritime composé de cinq couches de flux de types différents (conteneurs, marchandises générales, vrac solides, vrac liquides, et passagers-véhicules). Outre l'adéquation entre

types de trafics et spécialisation de l'emploi, comme entre vracs solides (produits agricoles, pondéreux) et secteur primaire (agriculture, mines), on notait surtout une forte proximité entre degré, population, densité, PIB, et trafic conteneurs. Les régions plutôt industrielles se rapprochaient de la configuration en *hub*, tandis que les régions tertiaires étaient plutôt tournées vers le trafic de vracs liquides (gaz, pétrole) et à dominante nationale.

Enfin, une classification des régions et l'application des flux majeurs fournirent une cartographie de l'Asie-Pacifique sous forme de graphe (Figure 53) à même d'élucider les relations entre centralité maritime, géographie, et spécialisation des flux et des économies. Deux grands types de *hubs* ressortaient nettement de par leur volume global de trafic et leur situation dans le réseau : les villes-hub à valeur ajoutée (régions densément peuplées et spécialisées dans les conteneurs), comme la Californie ou le Gyeongnam (Busan en Corée du Sud), et les *hubs* agro-industriels (faible densité, secteur primaire et vracs solides) surtout australiens comme le Queensland et l'Australie Occidentale. Ces pivots régionaux étaient les connecteurs des autres types entre eux, comme les centres industriels et les régions métropolitaines de Chine et du Japon. Malgré son caractère statique (flux mesurés en 2008), cette analyse portait en elle d'importantes réponses aux questions jamais élucidées de l'interdépendance entre logistique et économie, pourtant si débattues dans la littérature par ailleurs immense sur les transports et les territoires. Elle permettait en outre d'illustrer de façon simple et pédagogique une facette importante de la configuration spatio-économique de l'Asie-Pacifique, région en plein essor et fortement différenciée en interne.

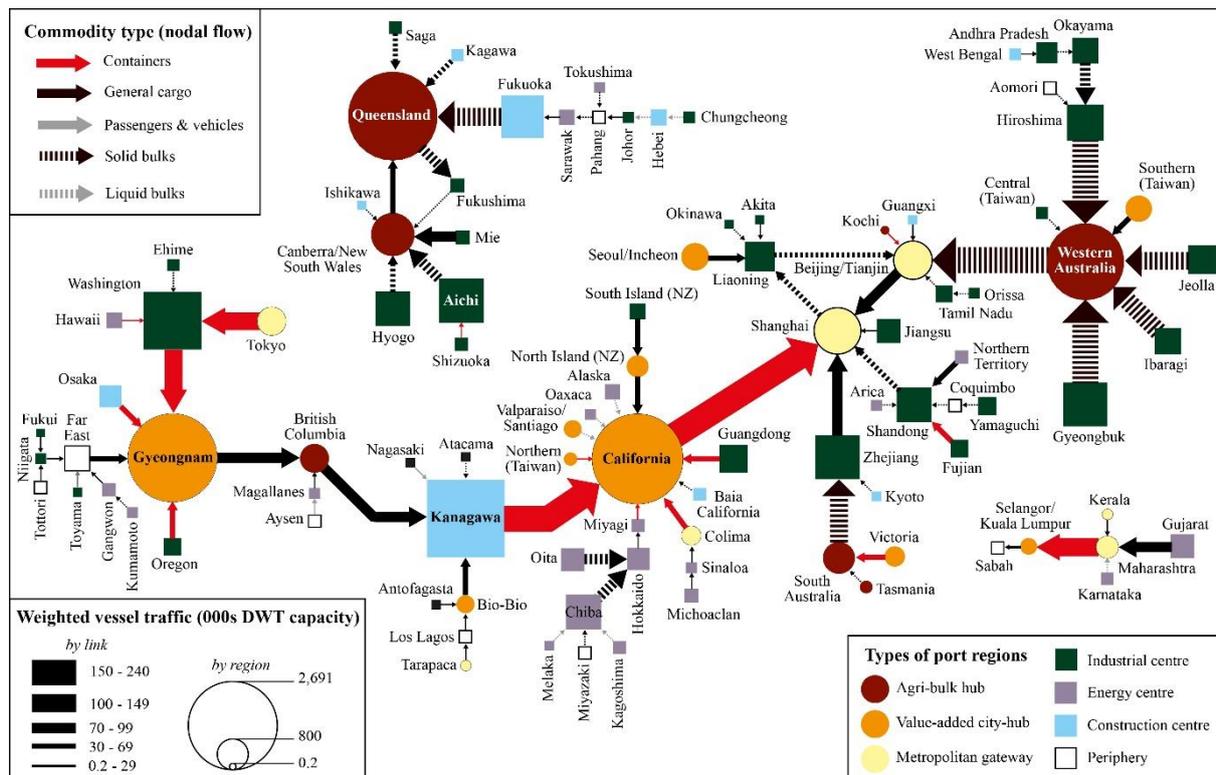


Figure 53 : Typologie des relations port-région dans le réseau maritime d'Asie-Pacifique (Ducruet et Itoh, 2015b)

### 3.4 Réseaux maritimes et multimodalité

L'ancrage territorial des réseaux maritimes devait également se mesurer à son degré d'intégration avec d'autres réseaux. Une telle perspective faisait écho au projet scientifique qu'avaient en commun de formuler au même moment Peter Rimmer (2015) et Ross Robinson (2015)<sup>27</sup> : dépasser le maritime pour analyser le « réseau de réseaux » (*network of networks*). Or on l'a vu, le réseau maritime comme les autres réseaux était bien souvent analysé « hors sol » mais aussi isolé des autres flux humains parsemant la planète (cf. Tableau 4). Cette spécialisation modale des recherches a longtemps marqué la géographie des transports (Brocard, 2009) mais se retrouve aussi dans d'autres disciplines, reflétant le fonctionnement plus large et l'histoire de nos sociétés jusqu'à une époque très récente (Dienel, 2004).

Quand bien même les réseaux multiplexes ou « réseaux couplés » font l'objet de recherches croissantes depuis les travaux pionniers de sociologues (Padgett et Ansell, 1993 ; Snyder et Kick, 1979) jusqu'à ceux des physiciens (Boccaletti et al., 2014), cette approche est difficile car elle requiert la disponibilité de données harmonisées au niveau des nœuds et des liens du réseau. Des données de différente nature doivent ainsi être collectées sur de mêmes entités pour permettre l'analyse croisée. Les approches de ce type abondent dans les travaux du groupe *Globalisation and World Cities* (GaWC) sur les relations entre villes mondiales tissées par la localisation des sièges sociaux et de leurs établissements (finance, banque, services juridiques) (Derudder et Witlox, 2010). On pourrait encore élargir la revue de l'existant par les approches au niveau intra-urbain (voir Strano et al., 2015) ou celles sur les réseaux d'entreprises multinationales (voir Rozenblat, 2015). Les physiciens quant à eux justifiaient cette approche multiplexe par le fait qu'un réseau n'existe pas individuellement, il était donc impératif d'évaluer en quoi deux ou plusieurs réseaux sont interdépendants, en fonction de leur structure topologique mais aussi de leur géographie, pour mieux évaluer leur robustesse aux « attaques » et divers dysfonctionnements (Rosato et al., 2008 ; Buldyrev et al., 2010 ; Vespignani, 2010). L'objectif était de rendre l'association entre les deux plus efficace, en matière de planification à moyen et long terme, d'identifier les nœuds critiques et d'envisager des solutions de rechange, de contournement, etc.

De leur côté, géographes et économistes s'intéressèrent à la façon dont les compagnies maritimes intègrent d'autres segments de la chaîne de transport, comme la manutention portuaire dans des terminaux dédiés (Slack et Frémont, 2005), les services ferroviaires (Gouvernal, 2003) et la logistique (Frémont, 2009), allant jusqu'à explicitement aborder le rôle des territoires (Franc, 2010). D'innombrables travaux ont ainsi cherché à comprendre les mécanismes de la gouvernance portuaire en lien avec ces problématiques, l'intégration verticale étant perçue positivement par les acteurs comme les chercheurs, sorte de but à atteindre pour fluidifier toujours plus les flux et assurer la place durable des ports dans la chaîne de valeur et de distribution, dans un contexte de forte concurrence. J'ai choisi de terminer ce mémoire par mon seul travail sur la question. L'approche par l'acteur se doublait alors d'une réflexion sur la géographie de l'intégration verticale et sur les données et méthodes permettant de mesurer et de comprendre cette intégration dans l'espace

---

<sup>27</sup> J'ai eu l'immense privilège d'être averti plus tôt que d'autres du décès de Ross début 2016, par son amie et collègue Sophia Everett, me disant à quel point sur son lit de mort cet homme fut touché qu'enfin sa thèse (1968) sorte de l'ombre grâce à l'ouvrage collectif « Maritime networks. Spatial Structures and time dynamics », publié en octobre 2015.

géographique. Une prise de recul s'imposait alors sur le concept même d'intégration des transports, définie par Potter et Skinner (2000) comme « *la liaison de systèmes disjoints (et souvent incompatibles)* ».

On pouvait alors parler d'intégration physique (infrastructures) et organisationnelle (opération, gouvernance), l'intégration aidant alors à limiter la congestion (Stubs et Jegede, 1998) mais aussi à simplifier la chaîne de transport, constituée de nombreux acteurs et intermédiaires (De Langen et Chouly, 2004). On ne pouvait cependant nier que les approches empiriques ne portaient généralement que sur un seul port, comme Rotterdam (Van der Horst et De Langen, 2008), Le Havre (Carbone et Martino, 2003), ou encore Durban (Hall et Robbins, 2007), et sur un couple de modes à la fois. Les indicateurs de cette intégration n'existaient pour ainsi dire pas, hormis quelques statistiques portuaires officielles sur la répartition modale des trafics d'arrière-pays, mais cela suffisait-il à épuiser le sujet ? On avait bien plus des travaux théoriques sur l'intégration des ports dans la « *supply chain* » évoquant une myriade de dimensions (Panayides, 2007 ; Carbone et Gouvenal, 2007), mais sans traduction quantitative et donc sans moyen de dire en quoi un territoire est plus « intégré » qu'un autre, dans quels secteurs de la chaîne, etc. La liste à la Prévert des conditions requises pour voir émerger l'intégration dans un port donné était en effet interminable, ressemblant par-là aux grandes réflexions sur la compétitivité et la performance portuaires (pour être performant, il faut tout avoir), à savoir : infrastructures efficaces, proximité aux marchés, bon climat social (traduire : pas de grève de dockers), crédibilité, qualité, fréquence, gestion maigre (*lean management*), agilité des services, prix compétitifs, customisation, réactivité, fluidité de l'espace urbain, efficacité des réseaux routiers et ferroviaires, et fluviaux, connections maritimes directes, extension en services de *feeder*ing, services intermodaux, efficacité de la chaîne d'arrière-pays, stabilité des relations de *supply chain*, disponibilité de l'information, communication utilisant les technologies EDI (Echange de Données Informatisées), construction de partenariats, services auxiliaires, diversité des marchandises, routes et segments de marché... Tout ce vocabulaire emprunté de bonne foi au marketing et aux sciences de gestion ne pouvait pas indéfiniment masquer l'abîme gigantesque se dressant derrière les discours : on ne savait pas mesurer l'intégration verticale d'un territoire de façon simple.

Mes travaux sur la question ont ainsi cherché à mettre en lumière cet autre aspect de l'ancrage territorial, de deux façons bien distinctes. La première a consisté à évaluer le degré de couplage du réseau maritime conteneurisé mondial au réseau aérien mondial à une date récente, notamment par une collaboration entre géographes et physiciens. La seconde s'est penchée sur l'intégration verticale à l'œuvre au sein des entreprises du secteur des transports et de la logistique, analysées à travers leur localisation dans les villes portuaires européennes. Dans les deux cas, l'approche et les méthodes étaient bien nouvelles, et ouvraient des pistes pour l'avenir sur lesquelles nous revenons en conclusion de cette partie.

### 3.4.1 Le couplage des réseaux maritimes aux autres réseaux

Quelques travaux pionniers méritent d'être cités quant à l'analyse croisée des réseaux maritimes avec d'autres réseaux. Il s'agit tout d'abord d'une équipe d'historiens de *Stanford University* s'étant donné pour but de visualiser les routes maritimes et terrestres de l'Empire

Romain dans un Système d'Information Géographique (SIG) dans le cadre du projet Orbis<sup>28</sup> (Scheidel, 2003). Ce système permettait à l'utilisateur de calculer l'accessibilité intermodale des nœuds en tout point de l'empire et tenant compte du mode, vitesse, conditions naturelles de déplacement (Figure 54). Une toute autre approche, mais ayant elle aussi une approche par les SIG, fut motivée par la volonté de calculer l'accessibilité mondiale des villes de plus de cinquante mille habitants (Nelson, 2008). Cette approche *raster* tenait compte d'un nombre impressionnant de couches virtuelles : population urbaine, réseau routier, ferroviaire et fluvial, espaces lacustres et marins, frontières nationales, occupation du sol, urbanisation, relief et pentes, mais aussi flux maritimes (Figure 55). Une telle étude servit de préambule au *World Development Report* de la Banque Mondiale publié en 2009, avec comme argument principal la contraction de l'espace économique mondial (« *the world is shrinking* ») largement due à l'essor du transport aérien, ce dernier n'étant pourtant pas intégré aux résultats. Dans cette analyse, le flux maritime n'était qu'une couche parmi d'autres, les villes étant au centre du discours sur les vides et les pleins, les centres et les périphéries. On aurait pu imaginer une analyse complémentaire montrant la part du mode maritime dans l'accessibilité globale des villes, ce qui aurait sans nul doute permis d'entrevoir l'importance considérable des littoraux mais aussi celle du transport maritime pour des villes intérieures, connectées indirectement via les modes terrestres aux flux maritimes.



Figure 54 : Modélisation des routes maritimes et terrestres dans l'empire romain par le projet ORBIS (Scheidel, 2013)

<sup>28</sup> <http://orbis.stanford.edu/> Voir notamment deux compte-rendu critiques parus dans la revue *Mappemonde* à ce sujet (Bertoncello et Eckert, 2012 ; Hautefeuille, 2014).

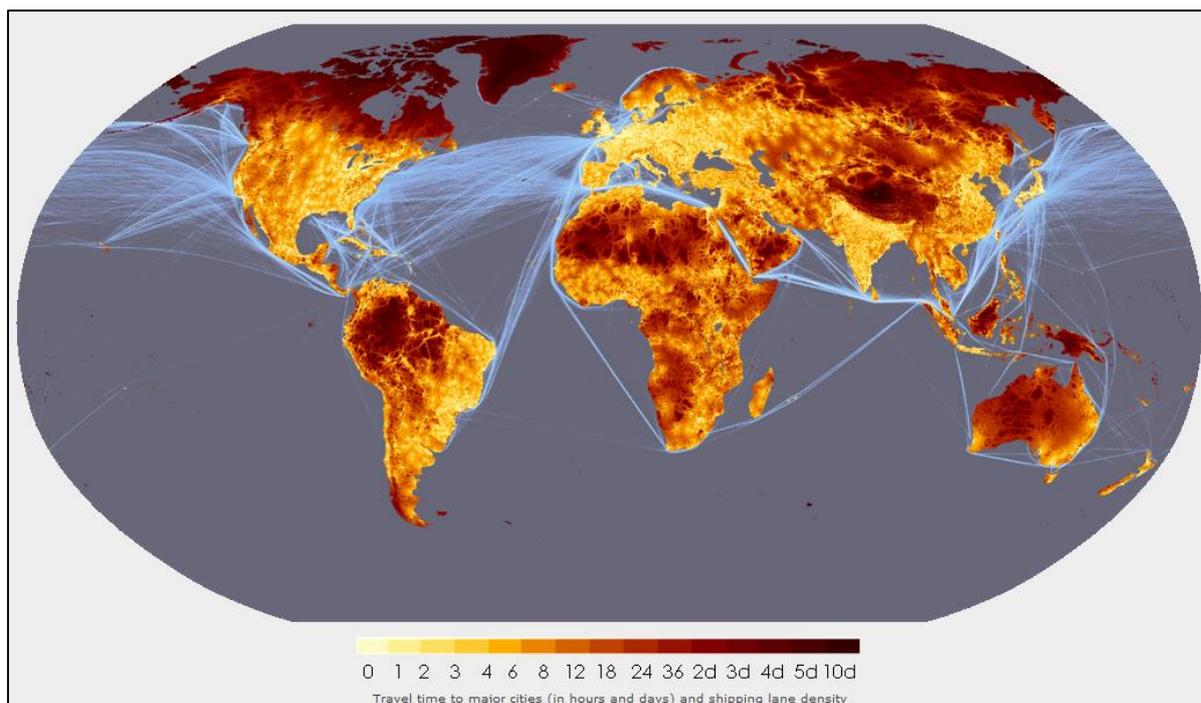


Figure 55 : Accessibilité globale des villes du monde (Nelson, 2008)

Par la suite, une équipe d'ingénieurs néerlandais proposa de replacer au centre de l'analyse le mode maritime tout en l'intégrant au réseau routier mondial pour rendre plus réalistes les simulations de scénarios divers par le recours à l'économétrie spatiale (Tavasszy et al., 2011). Le modèle proposé se targuait de pouvoir estimer les tonnages portuaires observés à partir d'un modèle prenant en compte 437 ports, 800 services de lignes régulières, les flux d'arrière-pays et de transbordement, ainsi que les flux commerciaux entre pays du monde (Figure 56). L'objectif était de pouvoir aborder de façon prédictive les évolutions de la demande en transport conteneurisé et les effets de certaines politiques (voir aussi Shen et al., 2013), ainsi que des scénarios précis comme l'impact du *slow steaming* (ralentissement des navires pour baisser la consommation de carburant), de l'accroissement des coûts de transport terrestre, ou encore l'utilisation accrue de nouvelles routes comme le transsibérien ou la route maritime arctique. Des travaux ultérieurs (Halim et al., 2015) mirent plutôt l'accent sur l'émergence de lignes régulières directes entre grands ports mondiaux, de façon à tester la viabilité de certains *hubs*.

Mon apport fut d'analyser pour la première fois le réseau maritime conteneurisé mondial en lien direct avec le réseau aérien (Ducruet et al., 2011b) suite à un premier essai de caractérisation de leurs topologies combinées via une collaboration avec des physiciens (Parshani et al., 2010). L'exercice pouvait paraître surprenant de par la nature des données mobilisées. Comment en effet pouvait-on concevoir de manière réaliste que des flux maritimes de conteneurs étaient connectés à des flux aériens de passagers ? Mais là n'était pas exactement la question. Ce travail portait, un peu à la manière de Nelson (2008), sur l'accessibilité des villes dans le monde, mais avec ceci de spécifique qu'il s'agissait avant tout de déterminer pour chacune l'importance respective de chaque mode en mesurant l'équilibre ou non de leur coprésence. On ne cherchait donc ni à charger les conteneurs en passagers ni à embarquer les conteneurs sur des avions pour améliorer la performance de la chaîne logistique ! Mais à mieux comprendre, si possible, l'inégale répartition du couple maritime-

aérien entre les villes, à partir d'une réflexion théorique et méthodologique sur les niveaux géographiques de leur agrégation.

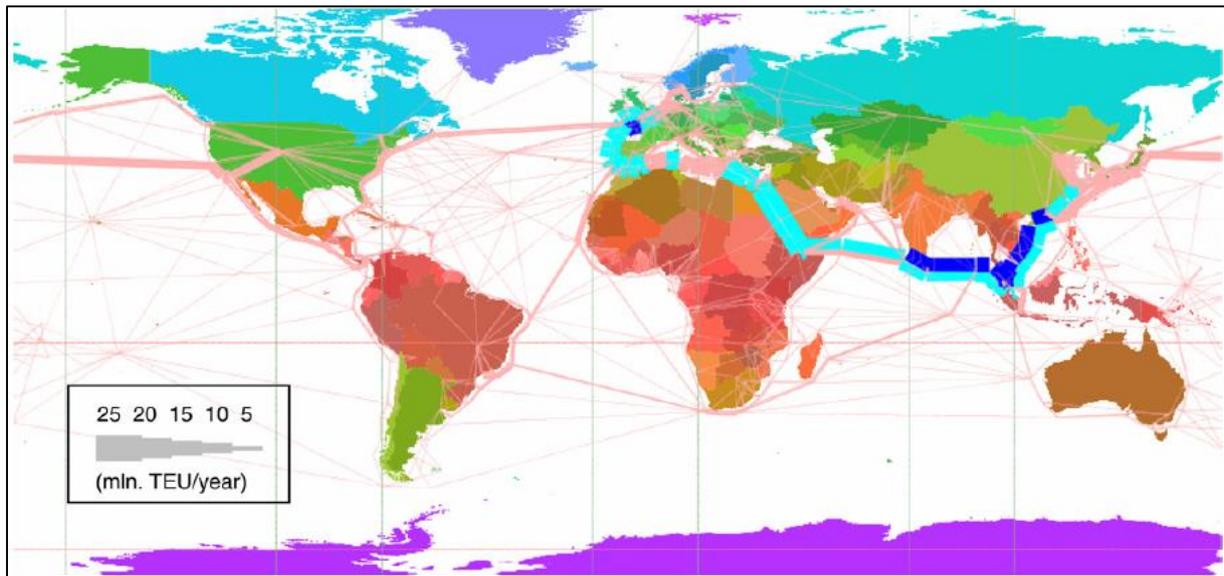


Figure 56 : Modélisation des flux conteneurisés mondiaux maritimes et terrestres (Tavasszy et al., 2011)

On partait de l'argument selon lequel réseau maritime et aérien sont les deux seuls réseaux de transport véritablement mondiaux, de même nature topologique (non planaires), aux logiques économiques comparables (structure en *hubs*, gros porteurs, alliances). Il ne fallait cependant pas oublier leurs différences fondamentales. Si conteneurs maritimes et passagers aériens semblaient incompatibles, on aurait pu centrer l'analyse sur les seuls passagers (aériens, croisières, ferries, rouliers) ou les seules marchandises (cargo aérien, vracs et conteneurs), mais les données alors manquaient. Les différences donc portaient plutôt sur le fait que le maritime se borne aux nœuds littoraux et suit des routes faites de segments consécutifs le long des côtes ou à travers les mers et océans. Mais là encore la complémentarité de fait entre eux n'éliminait pas la motivation à y voir plus clair dans leur interconnexion. Ce fut une façon d'apporter une approche relationnelle à des travaux alors récents sur les villes mondiales (*global city-regions*) et la fonction logistique (O'Connor, 2010), mais qui se concentraient sur quelques grands centres mondiaux et n'utilisaient que le tonnage portuaire ou le nombre de passagers.

La première étape de l'analyse consista à mesurer la corrélation entre les trafics aériens et conteneurisés au niveau des nœuds et des liens ainsi que d'un point de vue strictement topologique via la méthode QAP (Tableau 10), ceci à différents niveaux d'agrégation des ports et aéroports entre eux. On constatait que la corrélation relativement faible au niveau des villes augmentait au fur et à mesure de l'agrégation en régions urbaines et « mégalo-poles », le niveau national n'ayant pas été testé. Ce résultat était jugé satisfaisant au vu des spécificités des réseaux considérés. A l'instar du travail sur les canaux transocéaniques, on calculait également la différence de *betweenness centrality* de chaque nœud entre réseau individuel aérien ou maritime et réseau combiné aérien-maritime (Figure 57).

Niveaux		Nœuds		Liens		Corrélation des réseaux (QAP) sans réflexivité
		Dont réflexifs	Sans réflexifs	Dont réflexifs	Sans réflexifs	
Villes	Corrélation	0,35	-	0,24	-	0,19
	Prob.	<0,0001	-	<0,0001	-	<0,0001
	N	489	-	1150	-	489*489
Régions urbaines	Corrélation	0,39	0,41	0,27	0,27	0,2
	Prob.	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<,0001	<0,0001
	N	476	476	1632	1624	476*476
Mégalopoles	Corrélation	0,45	0,42	0,37	0,27	0,25
	Prob.	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<,0001	<0,0001
	N	146	146	1582	1508	146*146

Tableau 10 : Corrélation topologique entre réseaux maritimes et aériens par niveau d'agrégation des nœuds (Ducruet et al., 2011b)

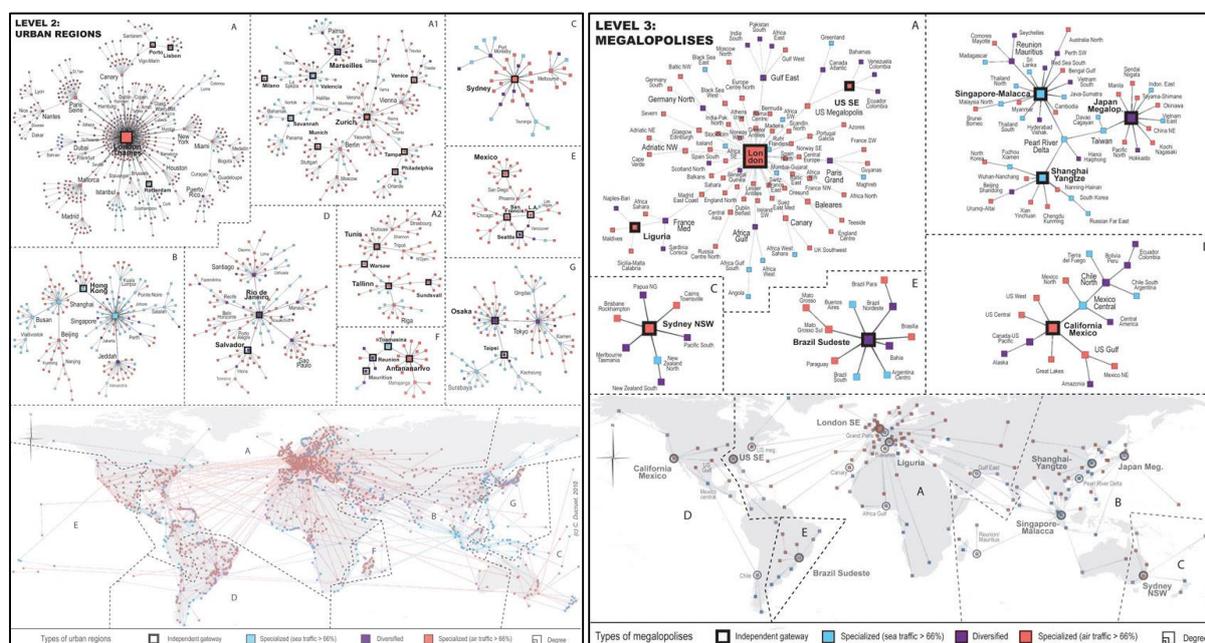


Figure 57 : Polarisation interurbaines combinées aérien-maritime au niveau mondial (Ducruet et al., 2011b)

En termes de spécialisation voire de vulnérabilité, certains nœuds voyaient ainsi leur centralité baisser ou augmenter de plusieurs façons, révélant par-là des tendances régionales. Les nœuds asiatiques avaient un gain par l'ajout du réseau maritime au réseau aérien mais une perte par l'ajout du réseau aérien au réseau maritime, l'inverse étant plutôt vérifié dans le cas de nœuds européens et nord-américains. Enfin l'application des flux majeurs au réseau combiné après standardisation des unités de flux permettait également de vérifier en quoi l'équilibre ou le déséquilibre, en termes de trafic, entre aérien et maritime permet à certains nœuds de dominer les autres dans le réseau, et si la nature des nœuds dominés s'apparente à celle du nœud dominant. En d'autres termes, et en lien avec la littérature sur les villes, les nœuds dominant-ils de par la combinaison hiérarchique des deux réseaux ou bien par la spécialisation dans l'un ou l'autre ?

Les résultats ne permettaient pas de valider l'une des hypothèses de départ selon laquelle les nœuds au trafic combiné le plus volumineux avaient une position équilibrée dans les deux réseaux simultanément. Bien au contraire, les pôles majeurs des régions nodales ainsi obtenues étaient avant tout spécialisés dans le trafic aérien, dominant des nœuds soit aériens soit maritimes. En revanche, l'effet *hub* de chaque réseau se traduisait par une certaine similitude dans la nature des nœuds internes aux régions nodales, Hambourg et Rotterdam par exemple étant spécialisés dans le trafic maritime et polarisant surtout d'autres nœuds maritimes. Enfin une logique régionale ressortait de par la domination de nœuds équilibrés en Asie et dans les Suds, c'est-à-dire trafiquant à poids égal du maritime et de l'aérien. La tendance hiérarchique primait ainsi en certaines régions et pas dans d'autres. On retrouvait également la dissociation européenne entre hubs maritimes et hubs aériens, ces derniers ayant plutôt des localisations continentales.

En revanche, un calcul supplémentaire très simple sur la base du trafic fournissait une réponse éloquente à la question de l'intensité et de la direction du couplage (Tableau 11). Si 60% du trafic aérien se concentrait dans la classe des plus grands ports, 85% du tonnage portuaire se concentrait dans la classe des plus grands aéroports. On pouvait ainsi en déduire que les deux réseaux étaient bel et bien couplés, mais ce couplage n'avait pas la même signification que l'on se place du côté aérien ou du côté maritime. En d'autres termes et au niveau agrégé des grandes régions urbaines du monde, la probabilité pour un gros nœud aérien d'être aussi un gros nœud maritime était plus forte que celle inverse. De plus, 15% du trafic maritime se localisait dans des nœuds n'ayant aucun trafic aérien, contre seulement 2% du trafic aérien se localisant dans des nœuds n'ayant aucun trafic maritime. Ces écarts tendaient à s'atténuer à un niveau supérieur d'agrégation des nœuds, celui des dites « mégalo-pôles », sortes de grandes macro-régions alors définies sur la base de la densité des points sur la carte. Leur emprise spatiale était telle qu'au final les mêmes grands nœuds mondiaux concentraient les flux de façon quasi indifférenciée, la logique hiérarchique devenant alors dominante. D'autres analyses étaient possibles mais restaient des pistes ouvertes, comme l'application de ces mesures aux liens en général comme pour les nœuds, ou encore le pourcentage de trafic aérien ou maritime des nœuds plutôt aériens ou maritimes vers des nœuds plutôt aériens ou maritimes, afin d'envisager l'homophilie du réseau couplé, i.e. sa propension à connecter des nœuds de nature semblable ou opposée et en vertu de liens spécifiques.

Quantiles	Niveau 2 ( <i>Urban regions</i> )		Niveau 3 ( <i>Megalopolises</i> )	
	Trafic aérien (%)	Trafic maritime (%)	Trafic aérien (%)	Trafic maritime (%)
1	1,9	0,8	5,1	0,2
2	0,9	1,3	3,6	2,1
3	2,6	0,7	3,7	2,1
4	6,2	4,9	5,4	4,2
5	12,7	5,4	11,7	17,0
6	60,4	85,2	66,8	74,4
sans	15,3	1,8	3,7	0,0
total	100,0	100,0	100,0	100,0

Tableau 11 : Répartition du trafic mondial aérien et maritime par classes de trafic aérien ou maritime

### 3.4.2 L'intégration verticale des réseaux maritimes

On a vu plus haut dans le cas des réseaux maritimes comment ceux-ci ont fini par n'être qu'un maillon dans une chaîne de valeur multimodale. Le mot-clé récurrent dans la littérature scientifique sur les transports était bien celui de l'intégration : horizontale entre acteurs de même type ou verticale entre métiers différents. Connotée positivement, l'intégration devait permettre aux nœuds du système de transport de mieux fonctionner, de « *passer d'une échelle de flux à une autre* » plus facilement (De Roo, 1994), de réaliser des transferts intermodaux plus efficaces, bref, de livrer la marchandise au client plus vite et plus loin. Les termes de corridor intégré ou chaîne intégrée devenaient des termes à la mode, en même temps que de nouveaux acteurs de la logistique, les « intégrateurs », avaient un rôle accru dans les circulations du fait de l'externalisation croissante du transport et de la logistique par les industriels ou « chargeurs » et de la libéralisation du secteur.

Il semblait alors crucial de pouvoir différencier les lieux en fonction de leur habilité à « intégrer » plus que d'autres, et ainsi d'apporter une lumière nouvelle à l'ancrage territorial du réseau maritime, cette fois sous l'angle des entreprises localisées dans des villes. Tout au plus disposait-on de mesures grossières au niveau étatique, comme le *Logistic Performance Index* (LPI) de la Banque Mondiale, mais rien au niveau plus fin. L'idée fut alors d'analyser le portefeuille d'activités d'environ 8000 établissements recensés par la base de données *Kompass* et situés dans un échantillon de 80 villes portuaires européennes. L'hypothèse était que les intégrateurs, plus communément appelés les transitaires (une variante française étant le « commissionnaire de transport »), étaient la clé de l'intégration, véritables architectes des chaînes d'approvisionnement, décidant de tout ou partie des circulations physiques de marchandises. Une typologie fut alors proposée sur la base de trois groupes d'entreprises et en fonction des fiches d'établissements : les transitaires (*freight forwarders*), les transporteurs monomodaux, et les transporteurs plurimodaux (Ducruet et Van der Horst, 2009). On montrait au passage l'utilité d'une analyse sur la base des agglomérations plutôt que des communes-centre, la plupart des aéroports et entrepôts logistiques étant bien souvent situés en milieu périurbain. La première analyse consista à mesurer la coprésence de diverses activités du secteur des transports et de la logistique dans les villes de l'échantillon. On observait que l'aérien et le ferroviaire étaient à dominante monomodale, tandis que le fluvial et l'entreposage étaient plutôt plurimodaux. Les transitaires s'exerçaient dans certains secteurs plutôt que d'autres, comme le maritime et le routier, en vertu notamment de l'intervention croissante des armateurs à terre (une compagnie maritime pouvant s'être libellée transitaire parmi d'autres activités). Une autre façon de mesurer l'intégration était de calculer le nombre de fois que deux activités étaient opérées par le même établissement (Figure 58), concluant à des sous-groupes d'activités comme le trio maritime-port-fleuve, ou à des isolats, comme l'aérien et le ferroviaire.

Ensuite, on s'intéressa à la répartition des trois grands types d'entreprises dans les villes de l'étude (Figure 59, gauche), une première manière de différencier l'espace européen. Une opposition apparaissait entre un Europe nordique plutôt plurimodale et une Europe méridionale plutôt monomodale, doublée d'une logique centre-périphérie avec une concentration de transitaires près du cœur continental européen. Plusieurs facteurs explicatifs étaient invoqués, comme l'importance du mode aérien (monomodal) dans les grandes villes du pourtour européen (Athènes, Lisbonne, Oslo, Helsinki), la fragmentation

logistique des pays du Sud par opposition à la multimodalité légendaire des grands ports nordiques. La faiblesse de l'emploi en valeurs absolue des villes britanniques suggérait l'impact encore visible et toujours d'actualité de la privatisation du secteur des transports.

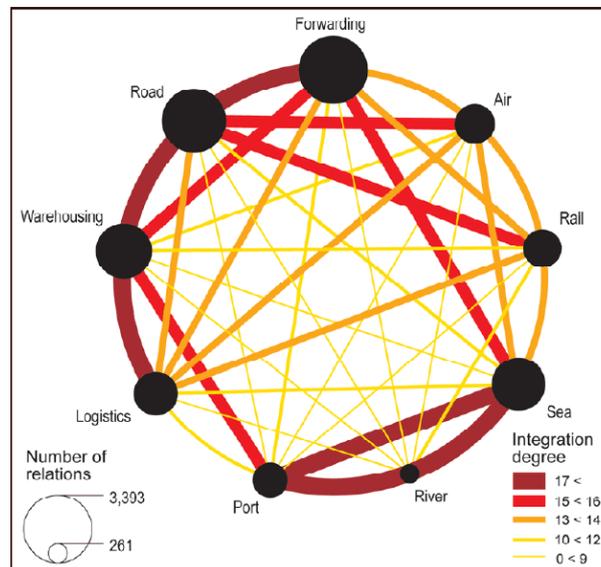


Figure 58 : Intégration verticale du secteur transport et logistique en Europe (Ducruet et Van der Horst, 2009)

Pour vérifier l'hypothèse de départ du rôle-clé des transitaires dans le niveau d'intégration des lieux, une seconde carte (Figure 59, droite) montra plutôt la part de ceux-ci dans la coprésence des activités au sein des établissements. On observait ainsi que ces transitaires étaient surreprésentés dans certains lieux, voire pays, et pas dans d'autres. Leur importance dans l'intégration verticale était prégnante surtout au sud et à l'est, à l'opposé d'un quart nord-ouest composé du Benelux, de la Scandinavie et des Iles Britanniques. Ainsi la France, la Roumanie, la Russie et les pays Baltes étaient-ils largement dépendant des transitaires pour réaliser leur intégration verticale en local. Ce résultat permettait d'invalider totalement l'hypothèse de départ. Et rejoignait sans encore le savoir des travaux ultérieurs sur les ports français et les problèmes liés à l'application différenciée de directives européennes sur la TVA à l'importation (Ducruet, 2014). En réalité, la trop forte dépendance aux transitaires était plutôt mauvais signe, ces derniers étant justement présents en grand nombre là où la chaîne logistique était finalement émietlée, faite d'entreprises monomodales ayant besoin des transitaires pour communiquer entre elles, surtout via des contrats et des bons de livraison. Dans le quart nord-ouest, l'intermodalité de fait, historique, et la plus grande libéralisation des transports se combinaient pour laisser la place à de grands intégrateurs prenant en mains les opérations physiques d'un mode à un autre, sans passer par les transitaires.

Il s'agissait pour conclure de voir en quoi les nouveaux indicateurs obtenus, au-delà des niveaux nationaux d'explication, entraient en résonance avec les caractéristiques portuaires et urbaines des agglomérations, ainsi qu'avec la spécialisation modale de ceux-ci (Figure 60). On voyait ainsi que la diversité modale des agglomérations portuaires, tous transports confondus, avait la corrélation la plus forte avec le secteur portuaire, la surface urbanisée, et le nombre d'autoroutes. Si le niveau d'intégration verticale était significativement corrélé à l'emploi « transitaires », il l'était davantage avec le secteur de la logistique (distribution), mais aussi avec l'emploi dans le secteur routier, l'entreposage, et le port. La présence d'entreprises

liées à la conteneurisation était nettement plus corrélée à l'intégration que le trafic conteneurisé lui-même, mais aussi à la présence de connexions autoroutières et ferroviaires. On ne pouvait qu'inciter les recherches futures sur ce thème à élargir l'échantillon de villes (ou de régions), ici constitué uniquement d'agglomérations littorales. Certaines villes intérieures (Paris, Lyon, Francfort) concentrant une grande partie des activités du secteur, la spécificité des villes portuaires par rapport aux villes continentales ne pouvait être lisible que par leur analyse conjointe.

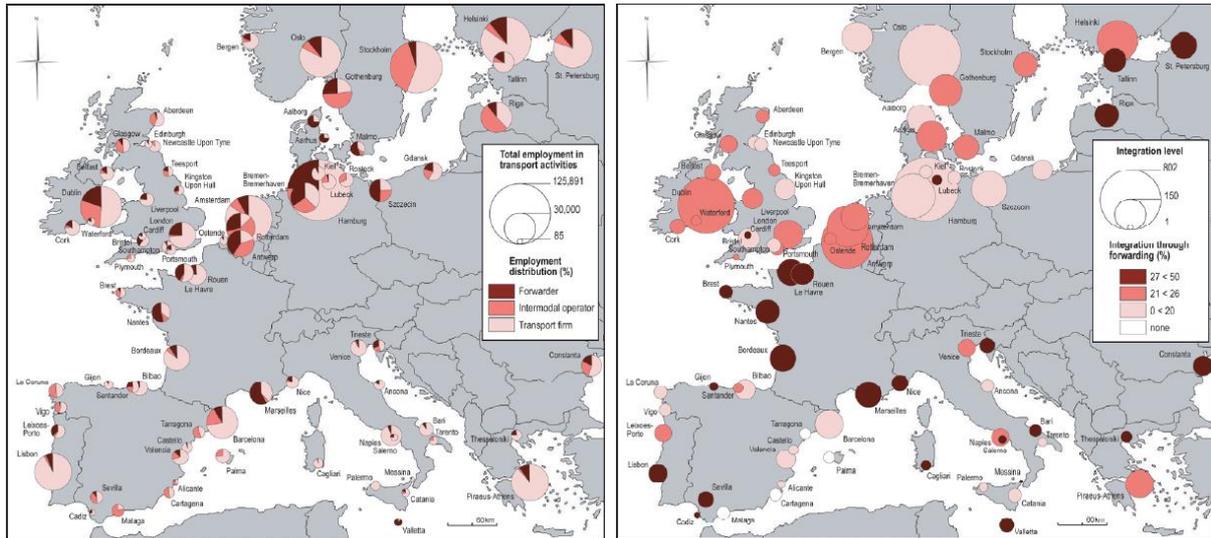


Figure 59 : Emplois transports et intégration verticale des villes portuaires européennes (Ducruet et Van der Horst, 2009)

Category	Variable	Modal diversity index	Modal concentration index	Integration diversity index	Integration concentration index
Firm employment	Transport firm	0.23	0.02	0.53	-0.29
	Intermodal operator	0.35	-0.19	0.36	-0.25
	Forwarder	0.35	-0.28	0.60	-0.41
Employment by industry	Rail	0.27	-0.01	0.22	-0.13
	Road	0.29	-0.06	0.41	-0.23
	Port	0.32	-0.33	0.38	-0.31
	Air	0.22	0.05	0.37	-0.19
	Sea	0.10	-0.07	0.36	-0.28
	River	0.03	-0.21	0.20	-0.20
	Forwarding	0.28	-0.23	0.52	-0.37
	Logistics	0.15	-0.05	0.71	-0.29
Port characteristics	Warehousing	0.27	-0.18	0.39	-0.29
	Container traffic	0.09	-0.28	0.38	-0.31
	Total tonnage	-0.01	-0.21	0.22	-0.26
	No. of liner direct calls	0.05	-0.28	0.33	-0.26
	Container terminals' length	0.04	-0.25	0.35	-0.27
	Container terminals' depth	0.03	-0.18	0.16	-0.20
	Total quay length	0.03	-0.25	0.34	-0.28
Urban characteristics	No. of container-related firms	0.21	-0.40	0.57	-0.39
	No. of logistics agents	0.23	-0.31	0.39	-0.27
	City centre population	0.14	-0.24	0.28	-0.24
	Suburban area population	0.15	-0.26	0.19	-0.16
	Metropolitan area population	0.17	-0.26	0.28	-0.23
	Urban area surface	0.33	-0.26	0.43	-0.26
	No. highway connections	0.27	-0.35	0.56	-0.37
Urban characteristics	No. railway connections	0.17	-0.32	0.34	-0.29
	Air traffic (passengers)	0.18	-0.17	0.27	-0.17
	Air traffic (freight)	0.06	-0.09	0.18	-0.04

Figure 60 : Intégration verticale, spécialisation modale, et ancrage territorial (Ducruet et Van der Horst, 2009)

### **3.5 Conclusion : le réseau maritime au service des territoires**

Cette partie s'est efforcée de faire un bilan de mes recherches sur l'ancrage territorial des réseaux maritimes. La grande diversité des approches, méthodes, sources, terrains, et échelles de référence voit cependant converger les résultats vers un constat récurrent, celui d'une imbrication forte entre réseau et territoire. Que l'on parle du système de villes mondial, des régions portuaires européennes, ou encore du réseau aérien, on observe à chaque fois que flux et réseaux maritimes sont fortement corrélés non seulement à la masse démographique et économique des lieux qu'ils connectent et desservent, mais aussi à leurs spécialisations fonctionnelles. On peut même aller plus loin en affirmant que le transport maritime continue plus que jamais à animer, au moins en partie, les territoires des ports, ce que les réorganisations logistiques contemporaines n'ont pas effacé.

Ce n'est pas sans ignorer le fait qu'au cours du temps et en certains lieux, un décrochage s'est produit. Et il n'est pas non plus question de soutenir à tout prix cet ancrage ni de le fixer ou de l'enfermer dans une vision passéiste, nostalgique des grandes villes portuaires du passé. De la même façon il serait illusoire de dire que les grands centres modernes de la logistique mondiale peuvent se passer des ports. Ils en dépendent forcément, mais de façon peut-être plus indirecte qu'auparavant, sans toujours l'afficher dans leurs discours et leurs stratégies de développement économique. Le port ou le navire ne sont plus synonymes de modernité, même dans leurs technologies les plus avancées, celles des portiques et grues automatisées, des porte-conteneurs géants. Le flux maritime est tenu pour acquis, il est là depuis toujours, le mettre de côté fait partie de cet engouement pour l'immatériel et le renouvellement de l'imaginaire, du projet de société.

Tout comme d'autres chercheurs s'étant efforcés de contredire la thèse d'un monde toujours plus plat et homogène, accessible en tous lieux, cette partie contribue à contredire celle d'un monde volatile où le mode maritime, comme d'autres, se serait détaché de l'espace et de ses contraintes non seulement physiques mais aussi humaines pour prospérer et grandir. Le transport maritime serait devenu une machine autonome, capable de bâtir un système indépendant, toujours plus fluide et rapide, auquel les hommes et les territoires se plient. La course au gigantisme des compagnies maritimes est bien réelle et continue d'alimenter le débat sur la concurrence portuaire acharnée qu'elle induit, les investissements tout aussi massifs que la communauté doit accomplir pour accéder aux exigences techniques des grandes alliances. Pour autant, mes travaux montrent à quel point ces acteurs et leurs réseaux restent eux-mêmes contraints de par la tâche éminemment louable qui leur échoit, et que l'on oublie souvent, celle d'être au service du territoire. C'est plus d'une coévolution qu'il s'agit que d'un déterminisme : le réseau évolue en même temps que le territoire, et parfois l'un prend le pas sur l'autre, créant des antagonismes ou incompatibilités de toutes sortes, qui amènent sans cesse à repenser leurs relations. Leur trop forte imbrication peut accélérer leur déclin mutuel, tout comme leur séparation amener à des aberrations géographiques et logistiques. Or nul autre que l'acteur territorial n'est capable de prendre la mesure de ces écarts et d'en corriger les excès.

## **Conclusion générale**



## Conclusion générale

« l'emploi de la vapeur et de l'électricité dans l'aménagement des ports n'a pu ajouter au délabrement de ces vieilles cités maritimes que de la laideur, du désordre et des pauvretés de terriens » Blaise Cendrars, *Bourlinguer* (1948)

Dans ce volume, nous avons cherché à infirmer l'hypothèse de la volatilité des réseaux maritimes contemporains. Depuis des décennies tout portait à croire que ces réseaux s'étaient reconfigurés et déterritorialisés grâce aux progrès technologiques et aux pratiques nouvelles de leurs acteurs, au point de ne plus être animés que par des impératifs techniques et économiques. La spatialité des réseaux maritimes fut ainsi examinée sous des angles, méthodes et contextes variés et complémentaires, l'ensemble permettant de valider le maintien d'interdépendances fortes entre réseaux et territoires.

Les apports de ce volume et les avancées qu'il permet peuvent se résumer de la façon suivante. Nous offrons tout d'abord une synthèse critique inédite des recherches multidisciplinaires sur la cartographie et l'analyse des flux et réseaux maritimes des années 1940 à nos jours. En ce sens il s'agit d'une contribution, bien que très synthétique et pouvant être encore approfondie, à l'épistémologie de la géographie, à travers l'histoire des représentations et cartographies du monde par le biais des échanges. Sur le plan méthodologique, cette synthèse montre toute la diversité des sources mobilisées : carnets de bord, mouvements de navires, offre de service, données radar AIS ou encore satellitaires, soulignant au passage l'existence de corpus historiques encore inutilisés de façon systématique. L'évolution des méthodes et des échelles d'analyse montre aussi comment géographes et autres chercheurs se sont adaptés à l'évolution de leur objet d'étude mais aussi à celle des outils. Un tel passage en revue vient ainsi compléter ce qui pouvait être considéré comme le « maillon faible » de la géographie des transports et plus largement la géographie économique, insistant sur la richesse qu'apporte la dimension maritime à la mesure et à l'observation du monde.

L'apport est aussi et surtout à replacer dans les différents champs concernés. Dans celui des réseaux, ce travail contribue par l'analyse empirique, par ailleurs assez rare tous domaines d'application confondus, d'un réseau spatial dynamique, valué, et multiplexe. L'intégration de la localisation des nœuds et des liens, de leur poids (trafic) et de leurs caractéristiques socio-économiques et démographiques dans l'analyse reste quelque chose d'assez peu courant tant en sciences dures qu'en géographie. L'interprétation des résultats à la lumière des logiques géographiques, économiques et politiques en jeu montre ainsi tout l'intérêt du passage par l'abstraction du graphe qui bien que forcément réductrice ne conduit pas forcément à ignorer l'homme, le social, le monde réel. Quantitatif et qualitatif sont jugés indissociables. Enfin l'ambivalence entre ancrage et décrochage, dans un rapport de simultanéité et d'équilibre instable, permet de relativiser les dichotomies réseau/territoire et spatial/a-spatial, et vient enrichir le concept même de réseau spatial. Si la matérialité physique du réseau maritime le rend indiscutablement spatial, au sens des physiciens, sa dimension economico-logistique poussée à l'extrême peut le rendre a-spatial, c'est-à-dire étranger à l'hétérogénéité de l'espace terrestre. Il se rapprocherait lors du modèle de réseau « invariant d'échelle » que l'on

observe dans les réseaux a-spatiaux comme les réseaux de citations, le World Wide Web, les réseaux biologiques dans les cellules. Le réseau maritime « ultime » serait donc soit un maillage totalement homogène, soit une centralisation maximale voyant tous les flux passer par un seul port ou *hub* « global ». Or mes travaux concluent plutôt à une situation intermédiaire qui, bien qu'ayant évolué dans le temps vers plus d'optimalité et de centralisation, montre un degré d'ancrage inégal au sein même du réseau. En fin de compte le réseau maritime se nourrit des inégalités spatiales qu'il contribue à accentuer ou au contraire à atténuer. Ces conclusions se doivent d'être décomposées au vu des apports respectifs des trois parties qui animent ce volume, avant de proposer des pistes d'approfondissement et un retour critique sur les acquis.

La première partie de ce volume fait plusieurs constats qui semblent liés les uns aux autres par leurs forts contrastes respectifs. On observe d'abord une longue absence de travaux systématiques sur les flux et réseaux maritimes, qui s'intercale entre des œuvres pionnières de géographes relativement anciennes et une effervescence plutôt récente à visée multidisciplinaire. Le second constat est un rejet mutuel entre une géographie maritime de plus en plus en phase avec les questions opérationnelles et une géographie humaine (économique, sociale, culturelle) plutôt intéressée par la mobilité des personnes et les flux immatériels. La géographie aurait-elle évolué de la sorte si les réseaux maritimes ne s'étaient pas, finalement, déterritorialisés voire déshumanisés ? Ces glissements conceptuels et thématiques n'étaient-ils pas le signe d'une déconnexion réelle entre réseau et territoire, largement étayée par ailleurs dans de nombreux travaux de terrain ? On aurait pu renforcer cette idée en se référant, parmi d'autres, aux articles de Jean Gottmann (1951) sur le port de Baltimore et de Pierre Gourou (1942) sur le port d'Anvers, géographes humanistes, pour montrer à quel point il était « naturel » à leur époque d'intégrer la fonction portuaire et maritime des lieux à une réflexion sur l'espace géographique (cf. Siegried, 1940 ; Ullman, 1949), même si ces articles étaient eux-mêmes une goutte d'eau dans leur carrière. Nous avons préféré interpréter ces évolutions comme autant d'étapes nécessaires à la construction d'une approche renouvelée du réseau en géographie, ici dans le cas du transport maritime, exigeant de plonger au cœur des flux, mais à condition de ne pas s'y noyer. J'observais par ailleurs que le réseau maritime n'avait rien à envier aux autres réseaux pour ce qui était de l'absence de prise en compte explicite de l'espace dans leur analyse. Bien au contraire, l'on disposait dans ce champ maritime d'un arsenal de travaux éclairants sur ses acteurs et logiques spécifiques, et il était grand temps de les réconcilier avec des analyses empiriques et longitudinales de flux matériels pour tester ce décrochage apparent.

La seconde partie partait ainsi du principe que tout était réuni pour aller plus loin sur l'analyse de l'espace au prisme des réseaux maritimes. Les outils, sources et méthodes, de la théorie des graphes aux réseaux complexes, avaient leurs limites mais aussi fait leurs preuves ; le transport maritime avait été scruté sous tous ses angles, des grandes routes aux armateurs. Il ne manquait plus qu'à sauter le pas, mais la question demeurait en suspens de savoir pourquoi on ne l'avait pas fait plus tôt. La rareté des analyses régionales de flux maritimes (sans parler du niveau mondial) jusqu'aux années 2004-2005 restait inexplicable, tout comme l'inutilisation flagrante de données pourtant connues comme celles pluri-centenaires de la *Lloyd's*, qui auraient pourtant permis à n'importe quel géographe averti et intéressé par ces questions (sans parler des historiens ou encore des économistes) de s'amuser à cartographier, à ses heures perdues, ne serait-ce qu'un fragment du corpus, mais il n'en était rien. Cette

recherche de « l'effet territoire » dans le fonctionnement du réseau maritime fut ainsi un prétexte pour aborder des questions plus globales comme les effets de barrière (frontières politiques, embargo, situation de crise, distances physiques) ou encore les effets de l'innovation technologique (diffusion hiérarchique, rationalisation, optimalité), sans pour autant à chaque fois créer un pont direct avec la littérature générale sur ces sujets hors du champ thématique, ce qui peut constituer une faiblesse de l'apport. Ce qui ressortait pourtant et systématiquement, et pouvait aisément être ultérieurement repris par d'autres, était que cet effet territoire était autant sinon plus important que l'effet réseau lors de l'analyse de flux maritimes tant asiatiques et africains que mondiaux. Les réseaux maritimes gagnaient en flexibilité en se libérant de l'emprise des Etats et de la distance, mais en même temps restaient contraints par la forme, l'occupation, et la territorialisation de l'espace. La grande faiblesse des travaux sur le transport maritime était peut-être d'avoir cru que l'espace terrestre était resté stable, inchangé et neutre pendant que le réseau maritime, lui seul, allait de l'avant. Si bien qu'au cours de nos analyses on n'arrivait jamais à trancher sur l'aval du réseau sur le territoire ou l'inverse, tant les deux étaient en coévolution, au moins en coprésence. L'espace politique était bien souvent ce qui liait l'un à l'autre ou expliquait leurs décalages. Les grands *hubs* étaient contournés par des proximités diverses à plus ou moins longue distance. Mais en même temps ils émergeaient autant via l'action conjointe Etats-armateurs-manutentionnaires qu'en rapport des inégalités spatiales préexistantes (richesse, développement) qui les nourrissent et qu'ils tendent à renforcer. Blocs et frontières ne déterminaient pas totalement l'orientation des flux mais ceux-ci n'arrivaient jamais à s'en démarquer totalement. Un autre résultat marquant mais qui appelait de plus amples recherches était que la conteneurisation n'était pas la cause première de la centralisation et rationalisation du réseau maritime mondial ; l'innovation - voire la révolution - technologique avait accompagné ou peut-être accentué une tendance déjà en cours. Là encore on était plutôt dans la coévolution que dans la toute-puissance de la logistique globale.

Enfin la troisième partie de ce volume s'est donné pour but de mesurer concrètement l'ancrage territorial des flux et réseaux maritimes. Passer du port à la ville ou la région comme unité d'analyse n'était pas anodin. Au niveau méthodologique, cela permettait de qualifier les nœuds du système de façon plus variée que le seul trafic, en ayant recours à des bases de données complémentaires démographiques et socio-économiques. Au niveau conceptuel, l'exercice permit de créer des liens nouveaux avec la géographie urbaine et régionale, l'analyse spatiale, et la science régionale, où des questions semblables se posaient en termes de relation flux/espace ou réseau/territoire, mais les validations empiriques étaient assez rares, sauf peut-être dans le champ aérien et routier. Ce croisement direct de données urbaines et régionales avec les flux maritimes était donc en soi une innovation scientifique. Or ces données restaient agrégées et il n'était pas du tout évident qu'elles permettent de répondre à la question de l'ancrage. Pourtant les flux reflétaient avec une fidélité parfois surprenante la masse et la spécialisation des territoires connectés, moyennant des décalages laissant tout de même sa part au nomadisme, à la volatilité. L'un des messages principaux était finalement que la fonction portuaire et maritime restait stratégique en de nombreux lieux du monde, et donc qu'elle ne devait pas rester qu'une affaire de spécialistes, déconnectée ou dans l'ombre des grandes questions sur le développement économique et l'aménagement du territoire.

J'ai bien conscience d'avoir à maintes reprises fait presque systématiquement appel à l'appareil statistique pour valider mes hypothèses, utilisant des méthodes somme toute très classiques en géographie, même si certaines furent à un moment donné à la pointe, comme les réseaux complexes. Je n'ai peut-être pas assez mis en valeur dans ce volume mes travaux d'essence qualitative récurrents, comme des monographies sur certains grands *hubs* où l'accent était mis sur le territoire en interne, mêlant stratégies de développement économique et aménagement (Busan, Incheon, Shanghai, Hong Kong, Singapour, Tanger), souvent en collaboration avec des chercheurs locaux. Ces recherches alimentent, elles aussi, la réflexion sur la spatialité des réseaux maritimes et se retrouvent en filigrane dans l'interprétation des résultats à des niveaux plus englobants. Elles furent essentielles pour ne pas perdre pied à l'échelle continentale ou mondiale. Mais elles étaient insuffisantes pour valider des tendances générales, les monographies constituant au préalable la majorité des travaux dans ce champ.

Plusieurs pistes de recherche peuvent être proposées dans le prolongement de ces résultats. C'est tout d'abord, en écho à Peter Rimmer (2015) au sujet de mon ouvrage collectif sur les réseaux maritimes, l'analyse multimodale des flux maritimes et par-là des systèmes de villes et du système-monde : « *looking ahead from this benchmark volume in analysing maritime flows and networks the next challenge is to complement this focus on sea-land transport and regional development by incorporating air transport and telecommunications into the nexus. The ultimate goal is to be able to analyse the network of networks – sea-land, air and telecommunications – in an all-encompassing study of logistics systems to address the vulnerability of gateways serving multimodal corridors* ». On l'a vu en troisième partie, une telle analyse totalisante n'existe pas encore, malgré la disponibilité des données sur les réseaux et les flux, et malgré ce qu'elle pourrait apporter à la compréhension du monde. Les villes ne sont-elles pas connectées par plusieurs types de réseaux, qui agissent de façon simultanée sur leur développement, leur capacité à attirer populations, emplois et richesses ? Toute ville un tant soit peu importante ne possède-t-elle pas au moins un aéroport, une gare routière, ferroviaire, voire également un port, ces éléments étant tous en interaction à travers elle ? Restreindre l'approche au champ des flux et réseaux de transport pourrait paraître réducteur au vu de la variété des flux mondiaux de toutes sortes, comme les flux financiers ou encore migratoires, mais il n'était pas exclu, au niveau des Etats, de les intégrer à un moment ultérieur.

Au niveau plus désagrégé, l'accessibilité (ou centralité) multimodale des villes est-elle plus à même d'expliquer la hiérarchie urbaine que les accessibilités mesurées individuellement dans chaque réseau séparé ? Existe-il une régionalisation de la spécialisation modale des villes au niveau mondial, et peut-on l'interpréter en termes de forces et de faiblesses ? Comment l'imbrication entre différents réseaux de transport et différentes échelles de flux (du local au mondial) a-t-elle évolué au cours des dernières décennies ? Les villes les plus diversifiées sont-elles plus robustes, les plus spécialisées plus vulnérables aux fluctuations du commerce et à la volatilité des échanges ? Enfin peut-on dépasser l'approche relativement abstraite des graphes pour se rapprocher de questions d'actualité cruciales comme la sécurité et la vulnérabilité des villes et systèmes de transport, les impacts environnementaux du transport, et les solutions possibles de report modal dans un contexte de domination de la route ? Une telle approche permettrait d'innover de plusieurs façons : analyser un graphe hybride aux composants planaires (route, rail) et non-planaires (maritime, aérien), soit un multigraphe valué et spatial en évolution, mal défini en mathématiques et plutôt abordé de façon abstraite

(simulation) par les ingénieurs et les physiciens ; mesurer le poids relatif, notamment, du mode maritime dans le système global et au niveau local, pour pallier la lacune de données précises sur l'emploi ou les origines et destinations réelles des flux de marchandises.

Une autre piste de grande ampleur consisterait à comprendre plus en profondeur l'évolution des flux maritimes eux-mêmes, dont la structure globale sur les 120 dernières années n'est encore que grossièrement esquissée, à partir d'une extraction très partielle des sources de la *Lloyd's*. C'est bien l'objectif principal du projet en cours *World Seastems*<sup>29</sup> que de compiler ces sources sur une base trimestrielle voire mensuelle, afin de mieux détecter les effets saisonniers, de différencier le conjoncturel du structurel. L'approche journalière est même envisageable ainsi que Frédéric Guinand et Yoann Pigné (2015) l'ont montré à partir de 365 jours de circulation, en référence au domaine d'étude des graphes temporels et dynamiques. Une telle précision permettrait de ne pas (trop) se tromper dans l'analyse individuelle ou comparative de l'impact d'événements particuliers sur l'évolution du réseau maritime, comme une crise économique (1929 vs. 2009), politique, voire militaire, le but au final étant de pouvoir formuler, si possible, des mécanismes de modification du réseau et surtout les échelles géographiques de l'impact et de sa diffusion. Comment la construction des canaux de Suez (1869) et Panama (1914) avait-elle modifié la structure des échanges ? Certaines questions relatives aux dynamiques restaient en suspens, comme l'influence du changement technologique sur le réseau, la connectivité des ports, donc à plus long terme. Là encore les données extraites jusqu'ici ne permettaient pas encore de répondre pleinement aux effets de la conteneurisation, mais un travail était en cours sur le passage de la voile à la vapeur puis à la combustion. On pouvait espérer contribuer, au-delà du champ strictement maritime, aux recherches sur la diffusion des innovations en géographie. Et ainsi trancher sur les effets de la conteneurisation. Les transformations territoriales et géopolitiques du monde étaient au premier plan également, avec un autre travail en cours sur les effets du démantèlement de l'empire britannique des Indes Orientales (décolonisation) ou encore de l'URSS / bloc soviétique sur les connexions maritimes mondiales et régionales, en termes de résilience ou non des réseaux.

A côté de ces deux pistes principales à moyen et long terme, d'autres aspects de mes recherches passées et en cours méritent également un approfondissement. Par exemple, étendre l'analyse de l'intégration verticale des réseaux et des territoires, toujours sous l'angle des transports et de la logistique principalement, à l'ensemble de l'espace européen (et donc pas seulement à propos des villes littorales) est une possibilité. On verrait ainsi en quoi opérateurs intermodaux et transitaires font pencher la balance de cette intégration d'un lieu à un autre de façon bien plus précise et complète, étant déjà averti des effets nationaux et discontinuités multiples sous-jacents.

Une autre piste secondaire mais cruciale porterait sur la « géographie politique des *hubs* », rarement abordée, requérant des méthodes cette fois plutôt qualitatives, comme l'enquête, auprès d'un certain nombre d'acteurs. L'hypothèse, discutée plus avant dans ce volume, était que la localisation optimale et l'avance technologique des grands *hubs* de transbordement n'étaient qu'une conséquence de logiques de pouvoir et de contrôle sur les territoires via les flux et ces plateformes de redistribution. Il était possible d'inclure dans la liste de ces *hubs* à interroger (ex : Dubaï au Moyen-Orient, Singapour en Asie du Sud-Est, Busan et Hong Kong en

---

<sup>29</sup> [www.world-seastems.cnrs.fr](http://www.world-seastems.cnrs.fr)

Asie du Nord-Est) celui d'Anvers en Europe, pour essayer de comprendre l'origine et la logique d'ensemble de cette fuite de 40-60% du commerce extérieur français, au-delà des facteurs techniques et sociaux. Un premier pas plutôt original dans ce sens avait été d'interviewer « *l'homme qui a introduit la conteneurisation en Europe* »<sup>30</sup>, Monsieur Jean-Claude Morel, dont l'histoire fascinante revenait sans cesse sur l'avantage d'Anvers par rapport aux ports français. Son analyse allait bien au-delà des idées reçues véhiculées par les médias à ce sujet. Sur ce plan les statistiques étaient inexistantes : cela faisait plus de deux ans que l'un des rares consultants spécialisé sur les questions portuaires, localisé à Anvers, m'avait promis d'élaborer une base de données permettant de mesurer le flux français transitant par la place anversoise.

Enfin, et en écho à l'introduction de ce volume, tester l'influence de la spatialité « physique » du réseau maritime n'était pas à exclure pour l'avenir. En quoi ce réseau s'était-il affranchi de la distance au cours du temps ? Au niveau statique deux tentatives récentes posaient quelques jalons intéressants : la distance maritime entre Etats (entendue au sens de fréquence des mouvements de navires porte-conteneurs) expliquait mieux le volume des échanges de produits manufacturés (en valeur) que la seule distance euclidienne (Guerrero et al., 2015) ; et le retrait arbitraire de la dimension géographique des connexions interportuaires produisait des sous-réseaux plutôt définis par des logiques de filières (Bouveyron et al., 2015). Toujours sous l'angle de la spatialité, pourrait-on définir autrement le réseau maritime, à l'instar de la « syntaxe spatiale » de Hillier et Hanson (1984) appliquée à la voirie urbaine, les nœuds devenant les liens et inversement ? Ne faudrait-il pas transformer le réseau maritime en réseau planaire pour mieux l'appréhender (Figure 61) ? C'est peut-être en se distanciant encore plus de l'espace et du maritime dans leur conception traditionnelle que des recherches et regards nouveaux pourront émerger à propos de ce réseau et de son apport à une meilleure compréhension du monde.

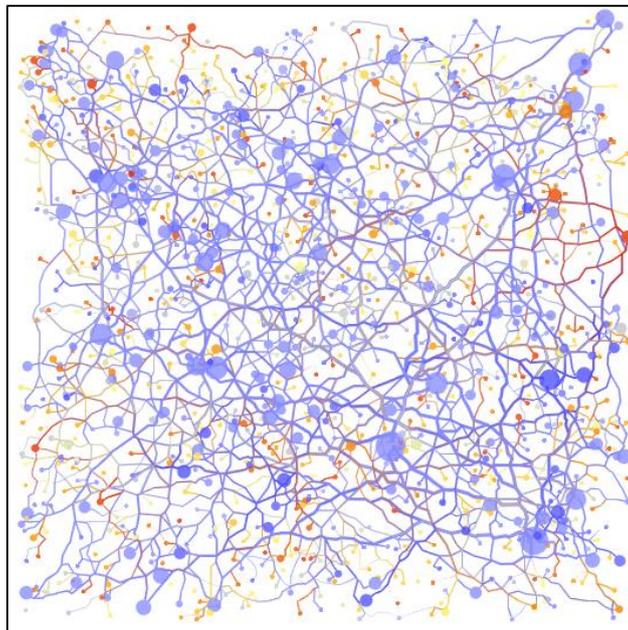


Figure 61 : Transformation planaire du réseau maritime mondial (C. Ducruet)

<sup>30</sup> <http://portusonline.org/interview-the-man-who-brought-containerisation-to-europe/>

## Bibliographie

- Alexandersson G., Norström G. (1963) *World Shipping: an Economic Geography of Ports and Seaborne Trade*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Amiel M., Mélançon G., Rozenblat C. (2005) Réseaux multi-niveaux: l'exemple des échanges aériens mondiaux de passagers. *Mappemonde*, 79(3): <http://mappemonde.mgm.fr/num7/articles/art05302.html>
- Angeloudis P., Bichou K., Bell M.G.H. (2007) Security and reliability of the liner container-shiping network: analysis of robustness using a complex network framework. In: Bichou K., Bell M.G.H., Evans A. (Eds.), *Risk Management in Port Operations, Logistics and Supply Chain Security*, London: Informa, pp. 95-106.
- Bahoken F. (2016) *Contribution à la cartographie d'une matrice de flux*. Thèse de Doctorat en Géographie, Université Paris Diderot – Paris 7.
- Baird A. (2010) Redefining maritime transport infrastructure. *Proceedings of the ICE – Civil Engineering*, 163(5): 29-33.
- Barabasi A.L., Albert R. (1999) Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286(5439): 509-512.
- Barthelemy M. (2001) Spatial networks. *Physics Reports*, 499(1-3): 1-101.
- Barthelemy M. (2015) Spatial networks: tools and perspectives. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 50-60.
- Béguin H., Thomas I. (1997) Morphologie du réseau de communication et localisations optimales d'activités. Quelle mesure pour exprimer la forme d'un réseau ? *Cybergeo: Revue Européenne de Géographie*, 26: <https://cybergeo.revues.org/2189>
- Bentley J. (1999) Seas and ocean basins as frameworks of historical interaction. *Geographical Review*, 89(2): 215-224.
- Bergantino A.S., Veenstra A.W. (2002) Interconnection and co-ordination: An application of network theory to liner shipping. *International Journal of Maritime Economics*, 4: 231-248.
- Berle Ø., Rice Jr. J.B., Bjørn Egil A. (2011) Failure modes in the maritime transportation system: A functional approach to throughput vulnerability. *Maritime Policy and Management*, 38(6): 605-632.
- Bernhofen D.M., El-Sahli Z., Kneller R. (2013) *Estimating the effects of the container revolution on world trade*. Lund University Working Paper 2013:4, Department of Economics, School of Economics and Management.
- Berroir S., Cattan N., Guérois M., Paulus F., Vacchiani-Marcuzzo C. (2012) *Les systèmes urbains français*. Synthèse DATAR, Travaux en Ligne 10.
- Bertin J. (1973) *Sémiologie graphique*. Paris : Mouton-Gauthier-Villars.
- Bertoncello F., Eckert D. (2012) Voyager dans l'Empire romain ou le Tour de Gaule en 80 jours. *Mappemonde*, 106(2): <http://mappemonde.mgm.fr/num34/internet/int12201.html>
- Beyers W.B., Fowler C.S. (2012) Economic structure, technological change and location theory: the evolution of models explaining the link between cities and flows. In: Hall P.V., Hesse M. (eds.), *Cities, Regions and Flows*. London: Routledge, pp. 23-41.
- Bird J. (1963) *The Major Seaports of the United Kingdom*. London: Hutchinson.
- Bird J. (1977) *Centrality and Cities*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Bird J. (1983) Gateways: slow recognition but irresistible rise. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 74(3): 196-202.
- Bird J. (1984) Seaport development: Some questions of scale. In: Hoyle B.S., Hilling D. (Eds.), *Seaport Systems and Spatial Change*, Chichester: Wiley, pp. 21-41.
- Blonigen B.A., Wilson W.W. (2008) Port efficiency and trade flows. *Review of International Economics*, 16(1): 21-36.
- Boccaletti S., Bianconi G., Criado R., del Genio C.I., Gómez-Gardeñes J., Romance M., Sendiña-Nadal I., Wang Z., Zanin M. (2014) The structure and dynamics of multilayer networks. *Physics Reports*, 544(1): 1-122.

- Bogart D. (2009) Inter-modal network externalities and transport development: evidence from roads, canals, and ports during the English industrial revolution. *Networks and Spatial Economics*, 9(3): 309-338.
- Boschma R., Frenken K. (2011a) The emerging empirics of evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography*, 11(2): 295-307.
- Boschma R., Frenken K. (2011b) Technological relatedness, related variety and economic geography. In: Cooke P., Asheim B., Boschma R., Martin R., Swartz D., Tödtling F. (Eds), *Handbook on Regional Innovation and Growth*, Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, pp. 187-197.
- Bottasso A., Conti M., Ferrari C., Merk O., Tei A. (2013) The impact of port throughput on local employment: Evidence from a panel of European regions, *Transport Policy*, 27: 32-38.
- Bouveyron C., Latouche P., Zreik R., Ducruet C. (2015) Cluster identification in maritime flows with stochastic methods. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 210-228.
- Brady K. (2008) *Shipwreck Inventory of Ireland: Louth, Meath, Dublin and Wicklow*. Dublin: Stationery Office of Ireland.
- Braudel F. (1979) *Civilisation matérielle, économie et capitalisme, XVe-XVIIIe siècle*. Paris: Armand Colin.
- Bretagnolle A. (2009) *Villes et réseaux de transport : des interactions dans la longue durée (France, Europe, Etats-Unis)*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Bretagnolle A. (2015) City systems and maritime transport in the long term. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 27-36.
- Bretagnolle A., Franc A. (2014) Analysing the co-evolution of postal roads and cities in France (16th-19th centuries). Paper presented at the Washington State University Department of Anthropology and College of Arts and Science, Pullman, 13 novembre.
- Bretagnolle A., Pumain D., Vacchiani-Marcuzzo C. (2007) Les formes des systèmes de villes dans le monde. In: Mattei M.F., Pumain D. (dir.) *Données Urbaines 5*, Paris : Economica, pp. 301-314.
- Brocard M. (2009) *Transports et territoires. Enjeux et débats*. Ellipses.
- Brocard M., Joly O., Steck B. (1995) Les réseaux de circulation maritime. *Mappemonde*, 1: 23-28.
- Brooks M.R., Button K.J., Nijkamp P. (2002) *Maritime Transport*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Brunet R. (1997) *Territoires de France et d'Europe. Raisons de géographe*. Paris: Belin.
- BTE (1982) *Cargo Centralization in the Overseas Liner Trade*. Canberra: Bureau of Transport Economics.
- Buard E., Devogele T., Ducruet C. (2015) Trajectoires des objets mobiles dans un espace support fixe. *Revue Internationale de Géomatique*, 25(3): 331-354.
- Buldyrev S.V., Parshani R., Paul G., Stanley H.E., Havlin S. (2010) Catastrophic cascade of failures in interdependent networks. *Nature*, 464: 1025-1028.
- Burger M.J., van der Knaap B., Wall R.S. (2014) Polycentricity and the multiplexity of urban networks. *European Planning Studies*, 22(4): 816-840.
- Burghardt A.F. (1970) A hypothesis about gateway cities. *Annals of the Association of American Geographers*, 61(2): 269-285.
- Capdepuy V. (2014) Un espace : l'Eurasie. *Mappemonde*, 115(3): <http://mappemonde.mgm.fr/num32/articles/art11403.html>
- Carbone V., De Martino M. (2003) The changing role of ports in supply-chain management: an empirical analysis. *Maritime Policy and Management*, 30(4): 305-320.
- Carbone V., Gouvernal E. (2007) Supply chain and supply chain management: appropriate concepts for maritime studies. In: Wang J.J., Olivier D., Notteboom T.E., Slack B. (Eds.), *Ports, Cities, and Global Supply Chains*, Aldershot: Ashgate, pp. 11-26.
- Carluer F., Alix Y., Joly O. (2008) *Global Logistic Chain Security: Economic Impacts of the US 100% Container Scanning Law*. EMS Editions.
- Caschili S., Medda F., Parola F., Ferrari C. (2014) An analysis of shipping agreements: The cooperative container network. *Networks and Spatial Economics*, 14(3): 357-377.

- Castells M. (1996) *The Rise of the Network Society: The Information Age: Economy, Society, and Culture*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Cattan N. (1995a) Attractivity and internationalisation of major European cities: The example of air traffic. *Urban Studies*, 32(2): 303-312.
- Cattan N. (1995b) Barrier effects: The case of air and rail flows. *International Political Science Review*, 16(3): 237-248.
- Cattan N. (2004) Le monde au prisme des réseaux aériens. *Flux*, 58(4) : 32-43.
- Chapelon L. (2006) L'accessibilité, marqueur des inégalités de rayonnement des villes portuaires en Europe. *Cybergeo : Revue Européenne de Géographie*, 345: <https://cybergeo.revues.org/2463>
- Chaponnière J.R. (2010) Le basculement de l'Afrique vers l'Asie. Enjeux pour les ports africains. *Afrique Contemporaine*, 234(2): 25-40.
- Cheung S.M.S., Yip T.L. (2011) Port city factors and port production: Analysis of Chinese ports. *Transportation Journal*, 50(2): 162-175.
- Choi J.H., Barnett J.A., Chon B.S. (2006) Comparing world city networks: a network analysis of Internet backbone and air transport intercity linkages. *Global Networks*, 6(1): 81-99.
- Christaller W. (1933) *Die Zentralen Orte in Süddeutschland*. Jena: Gustav Fischer
- Christiansen M., Fagerholt K., Nygreen B., Ronen D. (2013) Ship routing and scheduling in the new millennium. *European Journal of Operational Research*, 228(3): 467-483.
- Cisic D., Komadina P., Hlaca B. (2007) Network analysis applied to Mediterranean liner transport system. Paper presented at the International Association of Maritime Economists Conference, Athens, Greece, July 4-6.
- Cizkowicz P., Rzonca A., Uminski S. (2013) The determinants of regional exports in Poland – a panel data analysis. *Post-Communist Economies*, 25(2): 206-224.
- Coe N.M., Hess M., Yeung H.W.C., Dicken P., Henderson J. (2004) Globalizing regional development: A global production networks perspective. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 29: 468-484.
- Cohen J., Monaco K. (2008) Ports and highways infrastructure. An analysis of intra- and interstate spillovers. *International Regional Science Review*, 31(3): 257-274.
- Commission Européenne (1999) *The socio-economic impact of projects financed by the Cohesion Fund*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Comtois C., Wang J.J. (2003) Géopolitique et transports : nouvelles perspectives stratégiques dans le détroit de Taiwan. *Etudes Stratégiques*, 34(2): 213-227.
- Coppens F., Lagneaux F., Meersman H., Sellekaerts N., Van de Voorde E., Van Gastel G., Vanelslander T., Verhetsel A. (2007) *Economic Impact of Port Activity: A Disaggregate Analysis - The Case of Antwerp*. National Bank of Belgium Working Paper No. 110.
- Corbin A. (2010) *Le territoire du vide : l'Occident et le désir du rivage (1750-1840)*. Paris : Champs-Flammarion.
- Coupé C., Hombert J.M. (2005) Les premières traversées maritimes : une fenêtre sur les cultures et les langues dans la préhistoire. In: Hombert J.M. (Ed.), *Aux origines des langues et du langage*, Paris : Fayard, pp. 118-161.
- Cullinane K.P.B., Khanna M. (2000) Economies of scale in large containerships: optimal size and geographical implications. *Journal of Transport Geography*, 8(3): 181-195.
- Cullinane K.P.B., Wang Y. (2012) The hierarchical configuration of the container port industry: An application of multiple linkage analysis. *Maritime Policy and Management*, 39(2): 169-187.
- Danisch M., Guillaume J.L., Le Grand B. (2014) Complétion de communautés par l'apprentissage d'une mesure de proximité. ALGOTEL 2014, 16èmes Rencontres Francophones sur les Aspects Algorithmiques des Télécommunications, Juin 2014, Le Bois-Plage-en-Ré, France. pp. 1-4.
- Dawkins C.J. (2003) Regional development theory: conceptual foundations, classic works, and recent developments. *Journal of Planning Literature*, 18(2): 131-172.
- De Langen P.W. (2004) Analysing the performance of seaport clusters. In: Pinder D., Slack B. (Eds.) *Shipping and Ports in the 21<sup>st</sup> Century*. London: Routledge, pp. 82-98.

- De Langen P.W. (2007) The economic performance of seaport regions. In: Wang J.J., Olivier D., Notteboom T.E., Slack B. (Eds.), *Ports, Cities, and Global Supply Chains*, Aldershot: Ashgate, pp. 187-202.
- De Langen P.W., Chouly A. (2004) Hinterland access regimes in seaports. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 4(4): 361-380.
- De Langen P.W., Nijdam M., Van der Horst M.R. (2007) New indicators to measure port performance. *Journal of Maritime Research*, 4(1): 23-36.
- De Langen P.W., Van der Lugt L.M., Eenhuizen J.H.A. (2002) A stylized container port hierarchy: A theoretical and empirical exploration. Paper presented at the International Association of Maritime Economists (IAME) Conference, Panama, 13-15 November.
- De Roo P. (1994) Marseille: de l'aire portuaire à l'aire métropolitaine. In: Collin M. (Ed.), *Ville et Port XVIIIe-XXe siècles*, Paris: L'Harmattan, pp. 107-113.
- Deng P., Lu S., Xiao H. (2013) Evaluation of the relevance measure between ports and regional economy using structural equation modeling. *Transport Policy*, 27: 123-133.
- Deng W.B., Long G., Wei L., Xu C. (2009) Worldwide marine transportation network: Efficiency and container throughput. *Chinese Physics Letters*, 26(11): 118901.
- Derudder B., Liu X., Kunaka C., Roberts M. (2014) The connectivity of South Asian cities in infrastructure networks. *Journal of Maps*, 10(1): 47-52.
- Derudder B., Witlox F. (2010) *Commodity Chains and World Cities*. Wiley-Blackwell.
- Devriendt L., Derudder B., Witlox F. (2010) Conceptualizing digital and physical connectivity: The position of European cities in internet backbone and air traffic flows. *Telecommunications Policy*, 34(8): 417-429.
- Didelon C. (2013) *Le Monde comme territoire ; pour une approche renouvelée du Monde en géographie*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Rouen.
- Didelon C., Grasland C., Richard Y. (2008) *Atlas de l'Europe dans le Monde*. Paris: La Documentation Française.
- Dienel H.L. (2004) *Unconnected Transport Networks. European Intermodal Traffic Junctions. 1800-2000*. Frankfurt/New York: Campus Verlag.
- Dobruszkes F., Lennert M., Van Hamme G. (2011) An analysis of the determinants of air traffic volume for European metropolitan areas. *Journal of Transport Geography*, 19(4): 755-762.
- Doi M., Tiwari P., Itoh H. (2001) A computable general equilibrium analysis of efficiency improvements at Japanese ports. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 13(3): 187-206.
- Dollfus O. (1990) *Système monde*. In: Brunet R., Dollfus O. (dir.), *Géographie Universelle*, Paris : Belin.
- Doshi D., Malhotra B., Bressan S., Lam J.S.L. (2012) Mining maritime schedules for analyzing global shipping networks. *Business Intelligence and Data Mining*, 7(3): 186-202.
- Dubreuil D. (2005) Le triptyque portuaire est-il toujours pertinent ? L'exemple des services maritimes de cabotage. *Flux*, 59(1) : 46-58.
- Ducruet C. (2008) Hub dependence in constrained economies: The case of North Korea. *Maritime Policy and Management*, 35(4): 374-388.
- Ducruet C. (2009) Port regions and globalization. In: Notteboom T.E., Ducruet C., De Langen P.W. (Eds.), *Ports in Proximity: Competition and Cooperation among Adjacent Seaports*, Aldershot, Ashgate, pp. 41-53.
- Ducruet C. (2010) Reti maritime e gerarchie portuali in europa: Un confronto tra nord e sud. *L'Ingegnere*, 30-34: 18-25.
- Ducruet C. (2011) Activité portuaire et villes. In: Pumain D., Mattei M.F. (dir.) *Données Urbaines 6*, Paris: Economica, pp. 251-259.
- Ducruet C. (2012) Ports et routes maritimes dans le monde (1890-1925). *Mappemonde*, 106, <http://mappemonde.mgm.fr/num34/lieux/lieux12201.html>
- Ducruet C. (2013a) Histoire maritime et cartes en ligne, du XVIème au XXIème siècle. *Mappemonde*, 109(1): <http://mappemonde.mgm.fr/num37/internet/int13101.html>
- Ducruet C. (2013b) Network diversity and maritime flows. *Journal of Transport Geography*, 30: 77-88.

- Ducruet C. (2014) Les ports de l'hexagone vont-ils rester en rade ? *Atlas de la France et des Français, La Vie / Le Monde*, pp. 62-63.
- Ducruet C. (2015a) Maritime flows and networks in a multidisciplinary perspective. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 3-26.
- Ducruet C. (2015b) Inter-Korean maritime flows: Beyond the border? *Portus Online*, 30: <http://portusonline.org/inter-korean-maritime-flows-beyond-the-border/>
- Ducruet C. (2016) The polarization of global container flows by interoceanic canals: Geographic coverage and network vulnerability. *Maritime Policy and Management*, doi: 10.1080/03088839.2015.1022612
- Ducruet C., Beauguitte L. (2014) Network science and spatial science: Review and outcomes of a complex relationship. *Networks and Spatial Economics*, 14(3-4): 297-316.
- Ducruet C., Carvalho L., Roussin S. (2012) The flight of Icarus? Incheon's transformation from port gateway to global city. In: Hall P.V., Hesse M. (Eds.), *Cities, Regions and Flows*, London & New York: Routledge, pp. 149-169.
- Ducruet C., Cuyala S., El Hosni A., Kosowska-Stamirowska Z. (2015b) Co-evolutionary dynamics of ports and cities in the global maritime network, 1950–90. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 351-373.
- Ducruet C., Gelézeau V., Roussin S. (2008) Les connexions maritimes- de la Corée du Nord : recompositions territoriales dans la péninsule coréenne et nouvelles dynamiques régionales en Asie du Nord-Est. *L'Espace Géographique*, 3: 208-224.
- Ducruet C., Haule S., Ait-Mohand K., Marnot B., Kosowska-Stamirowska Z., Didier L., Coche M.A. (2015a) Maritime shifts in the contemporary world economy: Evidence from the Lloyd's List corpus, 18-21 c., In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 134-160.
- Ducruet C., Ietri D., Rozenblat C. (2011b) Cities in worldwide air and sea flows: A multiple networks analysis. *Cybergeo : Revue Européenne de Géographie*, 528: <http://cybergeo.revues.org/23603>
- Ducruet C., Itoh H. (2015a) The mutual specialization of port regions connected by multiple commodity flows in a maritime network. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 285-302.
- Ducruet C., Itoh H. (2015b) Regions and material flows: Investigating the regional branching and industry relatedness of port traffic in a global perspective, *Journal of Economic Geography*, doi: 10.1093/jeg/lbv010
- Ducruet C., Itoh H., Joly O. (2015c) Ports and the local embedding of commodity flows, *Papers in Regional Science*, 94(3): 607-627.
- Ducruet C., Itoh H., Merk O. (2014b) *Time efficiency at world container ports*. OECD & International Transport Forum Discussion Paper No. 2014-08: <http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/DiscussionPapers/DP201408.pdf>
- Ducruet C., Jo J.C. (2008) Coastal cities, port activities and logistics constraints in a socialist developing country: The case of North Korea. *Transport Reviews*, 28(1): 1-25.
- Ducruet C., Koster H.R.A., Van der Beek D.J. (2010c) Commodity variety and seaport performance, *Regional Studies*, 44(9) : 1221-1240.
- Ducruet C., Lee S.W. (2006) Frontline soldiers of globalisation: Port-city evolution and regional competition. *Geojournal*, 67(2): 107-122.
- Ducruet C., Lee S.W., Ng A.K.Y. (2010b) Centrality and vulnerability in liner shipping networks: Revisiting the Northeast Asian port hierarchy. *Maritime Policy and Management*, 37(1): 17-36.
- Ducruet C., Lee S.W., Ng A.K.Y. (2011a) Port competition and network polarization at the East Asian maritime corridor. *Territoire en Mouvement*, 10: 60-74.
- Ducruet C., Lugo I. (2013a) Structure and dynamics of transportation networks: Models, concepts, and applications. In: Rodrigue J.P., Notteboom T.E., Shaw J. (Eds.), *The SAGE Handbook of Transport Studies*, SAGE Publications, pp. 347-364.

- Ducruet C., Lugo I. (2013b) Cities and transport networks in shipping and logistics research. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 29(2): 149-170.
- Ducruet C., Marnot B. (2015) Analyser les trafics portuaires mondiaux en 1890 et en 1925 à partir des registres du Lloyd's. *GIS d'Histoire Maritime* (en cours de publication).
- Ducruet C., Mohamed-Chérif F.Z. (2014) L'insertion des villes portuaires maghrébines dans la circulation maritime mondiale, le cas des hydrocarbures. In: Labaronne D. (dir.), *Villes portuaires au Maghreb, acteurs du développement durable (Algérie, Maroc, Tunisie)*, Caisse des Dépôts et Consignations de Paris, Université Montesquieu Bordeaux IV, pp. 17-33.
- Ducruet C., Notteboom T.E. (2012) The worldwide maritime network of container shipping: Spatial structure and regional dynamics. *Global Networks*, 12(3): 395-423.
- Ducruet C., Notteboom T.E., De Langen P.W. (2009a) Revisiting inter-port relationships under the New Economic Geography research framework. Notteboom T.E., Ducruet C., De Langen P.W. (Eds.), *Ports in Proximity: Competition and Cooperation among Adjacent Seaports*, Aldershot, Ashgate, pp. 11-27.
- Ducruet C., Roussin S. (2007b) L'archipel nord-coréen : transition économique et blocages territoriaux. *Mappemonde*, 87, <http://mappemonde.mgm.fr/num15/articles/art07302.html>
- Ducruet C., Roussin S., Jo J.C. (2009b) Going West? Spatial polarization of the North Korean port system. *Journal of Transport Geography*, 17(5): 357-368.
- Ducruet C., Rozenblat C., Zaidi F. (2010a) Ports in multi-level maritime networks: Evidence from the Atlantic (1996-2006). *Journal of Transport Geography*, 18(4): 508-518.
- Ducruet C., Van der Horst M.R. (2009) Transport integration at European ports: Measuring the role and position of intermediaries. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 9(2): 121-142.
- Ducruet C., Zaidi F. (2012) Maritime constellations: A complex network approach to shipping and ports. *Maritime Policy and Management*, 39(2): 151-168.
- Dunford M., Yeung G. (2009) Regional development: Port-industrial complexes. In: Kitchin R., Thrift N. (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography*, Amsterdam: Elsevier, pp. 285-294.
- Durantont G., Morrow P., Turner M. (2014) Roads and trade: evidence from the U.S. *Review of Economic Studies*, 81(2): 681-724.
- Earnest D.C., Yetiv S., Carmel S.M. (2012) Contagion in the transpacific shipping network: International networks and vulnerability interdependence. *International Interactions*, 38(5): 571-596.
- El Hosni A. (2015) *Le retour du port dans la ville*. Mémoire de Master 2 en Géographie, Université de Paris 4 Sorbonne.
- Eliot E. (2003) Chorotype de la métropole portuaire d'Asie du Sud. *Mappemonde*, 69(1): 7-10.
- Elissalde B. (2014) Spatialité. *Hypergééo*, <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article6>
- Etienne L., Alincourt E., Devogele T. (2015) Maritime network monitoring: From position sensors to shipping patterns. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 190-209.
- Eyring V., Isaksen I.S.A., Berntsen T., Collins W.J., Corbett J.J., Endresen O., Grainger R.G., Moldanova J., Schlager H., Stevenson D.S. (2010) Transport impacts on climate and atmosphere: shipping. *Atmospheric Environment*, 44(37): 4735-4771.
- Fleming D.K. (1968) The independent transport carrier in ocean tramp trades. *Economic Geography*, 44(1): 21-36.
- Fleming D.K. (2000) A geographical perspective of the transshipment function. *Maritime Economics and Logistics*, 2: 163-176.
- Fleming D.K., Hayuth Y. (1994) Spatial characteristics of transportation hubs: Centrality and Intermediacy. *Journal of Transport Geography*, 2(1): 3-18.
- Foschi A.D. (2002) Scale free and dynamic models of development of the hub and spokes networks in the Mediterranean. Working Paper, Department of Economics, University of Pisa, Italy.
- Fossey R., Pearson R. (1983) *World Deep-Sea Container Shipping: A Geographical Economic & Statistical Analysis*. Aldershot: Gower.

- Fournier M. (2015) Venetian supremacy through time. A visualization experiment. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 77-91.
- Fowler C.S. (2006) Reexploring transport geography and networks: A case study of container shipments to the West Coast of the United States. *Environment and Planning A*, 38(8): 1429-1448.
- Franc P. (2010) L'ancrage territorial des armements de lignes régulières: le cas de la rangée Nord Europe. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 5: 877-898.
- Franc P., Van der Horst M.R. (2010) Analyzing hinterland service integration by shipping lines and terminal operators in the Hamburg-Le Havre range. *Journal of Transport Geography*, 18(4): 557-566.
- Fraser D.R., Notteboom T.E., Ducruet C. (2016) Peripherality in the global container shipping network: The case of the Southern African container port system. *Geojournal*, 81(1): 139-151.
- Frazila R.B., Zukhruf F. (2015) Measuring connectivity for domestic maritime transport network. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 11: 2363-2376.
- Freire Seoane M.J., Gonzalez-Laxe F., Montes C.P. (2013) Foreland determination for containership and general cargo ports in Europe (2007–2011). *Journal of Transport Geography*, 30: 56-67.
- Frémont A. (1996) L'espace maritime et marchand : pour une problématique. *L'Espace Géographique*, 25(3): 203-213.
- Frémont A. (2007) Global maritime networks: The case of Maersk. *Journal of Transport Geography*, 15(6): 431-442.
- Frémont A. (2009) Shipping lines and logistics. *Transport Reviews*, 29(4): 537-554.
- Frémont A. (2015) A geo-history of maritime networks since 1945. The case of the Compagnie Générale Transatlantique's transformation into CMA-CGM. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 37-49.
- Frémont A., Ducruet C. (2004) Logiques réticulaires et territoriales au sein de la ville portuaire : le cas de Busan en Corée du Sud. *L'Espace Géographique*, 33(3): 193-210.
- Frémont A., Ducruet C. (2005) The emergence of a mega-port: The case of Busan, from the local to the global. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 96(4): 421-432.
- Frémont A., Soppé M. (2004) Les stratégies des armateurs de lignes régulières en matière de dessertes maritimes. *Belgeo*, 4: 391-406.
- Friedman E., Look C., Perdikaris F. (2009) Using viewshed models in GIS to analyze island inter-connectivity and ancient maritime pathways of the pre-Columbian people in the Caribbean. Working Paper.
- Fu X., Ng A.K.Y., Lau Y.Y. (2010) The impacts of maritime piracy on global economic development: The case of Somalia. *Maritime Policy and Management*, 37(7): 677-697.
- Fugazza M., Hoffmann J., Razafinombana R. (2013) *Building a dataset for bilateral maritime connectivity*. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), Policy Issues in International Trade and Commodities Series No. 61.
- Fujita M., Krugman P., Venables A.J. (1999) *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*. Cambridge & London: MIT Press.
- Fujita M., Mori T. (1996) The role of ports in the making of major cities: Self-agglomeration and hub-effect. *Journal of Development Economics*, 49(1): 93-120.
- Garcia-Herrera R., Können G., Wheeler D., Prieto M.R., Jones P., Koek F. (2005) A climatological database for the world's oceans 1750-1854. *Climatic Change*, 73: 1-12.
- Garnier J., Zimmermann J.B. (2004) *L'aire métropolitaine marseillaise et les territoires de l'industrie*. Document de travail LEST-GREQAM.
- Gastner M.T., Ducruet C. (2015) The distribution functions of vessel calls and port connectivity in the global cargo ship network. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 242-261.
- Gelézeau V., De Ceuster K., Delissen A. (2013) *De-Bordering Korea*. London and New York: Routledge.
- Gereffi G., Korneziewicz M. (1994) *Commodity chains and global capitalism*. Westport CT: Praeger.

- Gipouloux F. (2009) *La Méditerranée asiatique, villes portuaires et réseaux marchands en Chine, au Japon et en Asie du Sud-Est, XVIe-XXIe siècle*. Paris, CNRS Éditions.
- Gleyze J.F. (2007) Effets spatiaux et effets réseau dans l'évaluation d'indicateurs sur les nœuds d'un réseau d'infrastructure. *Cybergeog: Revue Européenne de Géographie*, 370: <https://cybergeog.revues.org/5532>
- Gonzalez-Laxe F., Freire Seoane M.J., Montes C.P. (2012) Maritime degree, centrality and vulnerability: port hierarchies and emerging areas in containerized transport (2008–2010). *Journal of Transport Geography*, 24: 33-44.
- Gottmann J. (1951) Baltimore: un grand port industriel. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 42: 360–366.
- Gottmann J. (1961) *Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States*. New York: The Twentieth Century Fund.
- Gourou P. (1942) Le port d'Anvers. *Annales de Géographie*, 51(286): 150.
- Gouvernal E. (2003) Les lignes maritimes et le transport terrestre : quels enseignements peut-on tirer du Rail Link ? *Cahiers Scientifiques du Transport*, 44: 95-113.
- Grataloup C. (1997) *Géohistoire de la mondialisation*. Paris: Armand Colin.
- Grobar L.M. (2008) The economic status of areas surrounding major U.S. container ports: Evidence and policy issues. *Growth and Change*, 39(3): 497-516.
- Guerrero D. (2010) *Les aires d'influence des ports de la France: entre réseau et gravitation*. Thèse de doctorat en géographie, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Guerrero D. (2014) Deep-sea hinterlands: Some empirical evidence of the spatial impact of containerization. *Journal of Transport Geography*, 35: 84-94.
- Guerrero D., Grasland C., Ducruet C. (2015) Explaining international trade flows with shipping-based distances. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 303-321.
- Guerrero D., Proulhac L. (2014) Freight flows and urban hierarchy. *Research in Transportation Business and Management*, 11: 105-115.
- Guerrero D., Rodrigue J.P. (2014) The waves of containerization: shifts in global maritime transportation. *Journal of Transport Geography*, 35: 151-164.
- Guimera R., Mossa S., Turtschi A., Amaral L.A. (2005) The worldwide air transportation network: Anomalous centrality, community structure, and cities' global roles. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 102(22): 7794-7799.
- Guinand F., Pigné Y. (2015) Time considerations for the study of complex maritime networks. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 163-189.
- Haggett P., Chorley P.J. (1969) *Network Analysis in Geography*. New York: St. Martin's Press.
- Haddad E.A., Hewings G.J.D., Perobelli F.S., Santos dos R.A. (2010) Regional effects of port infrastructure: A spatial CGE application to Brazil. *International Regional Science Review*, 33: 239-263.
- Halim R.A., Tavasszy L.A., Kwakkel J.H. (2015) The impact of the emergence of direct shipping lines on port flows. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 265-284.
- Hall P.V. (2004) "We'd have to sink the ships": Impact studies and the 2002 West Coast port lockout. *Economic Development Quarterly*, 18(4): 354-367.
- Hall P.V. (2009) Container ports, local benefits and transportation worker earnings. *Geojournal*, 74(1): 67-83.
- Hall P.V., Hesse M. (2012) *Cities, Regions and Flows*. London & New York: Routledge.
- Hall P.V., Hesse M., Rodrigue J.P. (2006) Guest editorial: Reexploring the interface between economic and transport geography. *Environment and Planning A*, 38: 1401-1408.
- Hall P.V., Jacobs W. (2012) Why are maritime ports (still) urban, and why should policy makers care? *Maritime Policy and Management*, 39(2): 189-206.

- Halpern B.S., Walbridge S., Selkoe K.A., Kappel C.V., Micheli F., D'Agrosa C., Bruno J.F., Casey K.S., Ebert C., Fox H.E., Fujita R., Heinemann D., Lenihan H.S., Madin E.M.P., Perry M.T., Selig E.R., Spalding M., Steneck R., Watson R. (2008) A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865): 948-952.
- Harrigan J. (2004) Specialization and the volume of trade: do the data obey the laws? In: Choi E.K., Harrigan J. (eds.), *Handbook of International Trade*, Wiley-Blackwell.
- Hautefeuille F. (2014) Comment mesurer les déplacements dans l'Antiquité? L'illusoire précision du site Orbis. *Mappemonde*, 108(4): <http://mappemonde.mgm.fr/num36/internet/int12401.html>
- Helmick J.S. (1994) *Concentration and Connectivity in the North Atlantic Liner Port Network, 1970–1990*. Unpublished PhD Dissertation, Miami: University of Miami.
- Hillier B., Hanson J. (1984) *The Social Logic of Space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hoare A.G. (1986) British ports and their export hinterlands: A rapidly changing geography. *Geografiska Annaler B*, 68(1): 29-40.
- Höglund A., Meier H.E.M. (2012) Environmentally safe areas and routes in the Baltic proper using Eulerian tracers. *Marine Pollution Bulletin*, 64(7): 1375-1385.
- Holl A. (2004) Transport infrastructure, agglomeration economies, and firm birth: empirical evidence from Portugal. *Journal of Regional Science*, 44(4): 693-712.
- Hoyle B.S. (1989) The port-city interface: trends, problems, and examples. *Geoforum*, 20(4): 429-435.
- Hu Y., Zhu D. (2009) Empirical analysis of the worldwide maritime transportation network. *Physica A*, 388(10): 2061-2071.
- Huggins R., Izushi H., Prokop D., Thompson P. (2014) *The Global Competitiveness of Regions*. London and New York: Routledge.
- Jacobs W., Ducruet C., De Langen P.W. (2010) Integrating world cities into production networks: The case of port cities. *Global Networks*, 10(1): 92-113.
- Jacobs W., Hall P.V. (2007) What conditions supply chain strategies of ports? The case of Dubai. *Geojournal*, 68(4): 327-342.
- Jacobs W., Koster H.R.A., Hall P.V. (2011) The location and global network structure of maritime advanced producer services. *Urban Studies*, 48(13): 2749-2769.
- Jin F., Wang C., Li X., Wang J. (2010) China's regional transport dominance: Density, proximity, and accessibility. *Journal of Geographical Sciences*, 20(2): 295-309.
- Joly O. (1995) Structuration des lignes maritimes régulières de navires porte-conteneurs. Communication aux Secondes Rencontres de Theoquant, Besançon, 4–5 Octobre.
- Joly O. (1999) *La structuration des réseaux de circulation maritime*. Thèse en Aménagement du Territoire, Le Havre: Université du Havre.
- Jones S.K. (1982) *A Maritime History of the Port of Whitby, 1700–1914*. Unpublished PhD Dissertation, University College London.
- Juhasz R. (2015) Temporary protection and technology adoption: Evidence from the Napoleonic blockade. Awarded FREIT-EIIT Best Graduate Paper Prize, [http://www.rjuhasz.com/research/juhasz\\_blockade.pdf](http://www.rjuhasz.com/research/juhasz_blockade.pdf)
- Kaluza P., Kölzsch A., Gastner M.T., Blasius B. (2010) The complex network of global cargo ship movements. *Journal of the Royal Society Interface*, 7(48): 1093-1103.
- Kansky K.J. (1963) *Structure of Transportation Networks: Relationships between Network Geometry and Regional Characteristics*. Chicago: University of Chicago.
- Kaukiainen Y. (2001) Shrinking the world: improvements in the speed of information transmission, c. 1820–1870. *European Review of Economic History*, 5(1): 1-28.
- Kawakami T., Doi M. (2004) Port capital formation and economic development in Japan: A vector autoregression approach. *Papers in Regional Science*, 83: 723-732.
- Keeling D.J. (2007) Transportation geography: New directions on well-worn trails. *Progress in Human Geography*, 31(2): 217-225.
- Kidwai A.H. (1989) Port cities in a national system of ports and cities: A geographical analysis of India in the 20th century. In: Broeze F. (ed.), *Brides of the Sea: Port Cities of Asia from the 16<sup>th</sup>-20<sup>th</sup> Centuries*, Honolulu: University of Hawaii Press, pp. 207-222.

- Knappett C. (2013) *Network-Analysis in Archaeology. New Approaches to Regional Interaction*. Oxford: Oxford University Press.
- Krugman P. (1991) Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99(3): 483-499.
- Kwan M.P., Schwanen T. (2016) Special issue: Geographies of mobility. *Annals of the Association of American Geographers*, doi: 10.1080/24694452.2015.1123067
- Lam J.S.L., Yap W.Y. (2011) Dynamics of liner shipping network and port connectivity in supply chain systems: analysis on East Asia. *Journal of Transport Geography*, 19(6): 1272-1281.
- Le Guyader E., Brosset D., Gourmelon F. (2014) Exploitation de données AIS pour la cartographie du transport maritime. *Mappemonde*, 115(3) : <http://mappemonde.mgm.fr/num32/articles/art11405.html>
- Lee S.W., Ducruet C. (2009) Spatial glocalization in Asia-Pacific hub port cities: A comparison of Hong Kong and Singapore. *Urban Geography*, 30(2): 162-184.
- Lee S.W., Song D.W., Ducruet C. (2008) A tale of Asia's world ports: The spatial evolution in global hub port cities, *Geoforum*, 39(1): 372-385.
- Leggate H., McConville J., Morvillo A. (2004) *International Maritime Transport: Perspectives*. Abingdon: Routledge.
- Leidwanger J. (2013) 2013) Modeling distance with time in ancient Mediterranean seafaring: a GIS application for the interpretation of maritime connectivity. *Journal of Archaeological Science*, 40(8): 3302-3308.
- Lemarchand A. (2000) *La dynamique des ports: mesures de la valeur et des emplois, emplois et valeur des mesures*. Paris: DATAR.
- Lemarchand A., Joly O. (2009) Regional integration and maritime range. In: Notteboom T.E., Ducruet C., De Langen P.W. (Eds.), *Ports in Proximity: Competition and Coordination among Adjacent Seaports*, Aldershot: Ashgate, pp. 87-99.
- Leonardi J., Browne M. (2010) A method for assessing the carbon footprint of maritime freight transport: European case study and results. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 13(5): 349-358.
- Leslie D., Reimer S. (1999) Spatializing commodity chains. *Progress in Human Geography*, 23: 401-420.
- Lever W.F. (1995) Regional economic growth and port activities in European cities. *Proceedings of the 5th International Conference Cities and Ports, Dakar, Senegal*, pp. 309-316.
- Lewis M.W., Wigen K. (1999) A maritime response to the crisis in area studies. *The Geographical Review*, 89(2): 161-168.
- Leymarie P., Rekacewicz P., Stienne A. (2014) *UNOSAT Global Report on Maritime Piracy. A Geospatial Analysis 1995-2013*. United Nations Institute for Training and Research (UNITAR).
- Lhomme S. (2015) Vulnerability and resilience of ports and maritime networks to cascading failures and targeted attacks. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 229-240.
- Li Z., Xu M., Shi Y. (2015) Centrality in global shipping network basing on worldwide shipping areas. *Geojournal*, 80(1): 47-60.
- Liu M., Kronbak J. (2010) The potential economic viability of using the Northern Sea route (NSR) as an alternative route between Asia and Europe. *Journal of Transport Geography*, 18(3): 434-444.
- Liu X., Derudder B., Gago Garcia C. (2013) Exploring the co-evolution of the geographies of air transport aviation and corporate networks. *Journal of Transport Geography*, 30: 26-36.
- Löfgren H., Robinson S. (1999) *Spatial networks in multi-region computable general equilibrium models*. Trade and Macroeconomics Division Research Paper No. 35, International Food Policy Research Institute, Washington DC.
- Ludema R.D. (2001) The return of dependency theory: is primary commodity specialization bad for development?, *USITC International Economic Review*, 3466: 17-24.
- Lussault M. (2010) Ce que la géographie fait au(x) monde(s). *Tracés : Revue de Sciences Humaines*, 10: 241-251.

- Makkonen T., Salonen M., Kajander S. (2013) Island accessibility challenges: Rural transport in the Finnish archipelago. *European Journal of Transport Infrastructure Research*, 13(4): 274-290.
- Marcadon J. (1988) *L'avant-pays des ports français*. Paris: Masson.
- Mareš N., Ducruet C. (2015) The regionalization of maritime networks: Evidence from a comparative analysis of maritime basins. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 330-350.
- Marnot B. (2005) Interconnexion et reclassements: l'insertion des ports français dans la chaîne multimodale au XIXe siècle. *Flux*, 59(1): 10-21.
- Marquez-Ramos L. (2014) Port facilities, regional spillovers and exports: Empirical evidence from Spain. *Papers in Regional Science*, doi: 10.1111/pirs.12127
- Marti B.E. (1981) Patterns of United States-Canadian maritime container flows. *Maritime Policy and Management*, 253-259.
- Marti B.E. (1982) *Maritime Containerized Export Flows: South Atlantic and Gulf Ports, 1974-1976*. Thèse de Doctorat, University of Florida, Department of Geography.
- Marti B.E., Krause G.H. (1983) Trade route 11: Methods to assess port exchanges of maritime containerized cargo flows. *Ocean Management*, 8(4): 317-333.
- Martinez-Zarzoso I., Wilmsmeier G., Perez-Garcia E., Marquez-Ramos L. (2011) Maritime networks, services structure and maritime trade. *Networks and Spatial Economics*, 11(3): 555-576.
- Marzagalli S. (2015) Navigocorpus database and eighteenth-century French world maritime networks. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 92-111.
- Matthee M., Naudé W. (2008) The determinants of regional manufactured exports from a developing country. *International Regional Science Review*, 31(4): 343-358.
- McCalla R.J. (2004) Hierarchical network structure as seen in container shipping liner services in the Caribbean Basin. *Belgeo*, 4: 407-418.
- McCalla R.J. (2008a) Container transshipment at Kingston, Jamaica. *Journal of Transport Geography*, 16(3): 182-190.
- McCalla R.J. (2008b) Site and situation factors in transshipment ports: The case of the Caribbean basin. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 99(4): 440-453.
- McCalla R.J., Slack B., Comtois C. (2001) Intermodal freight terminals: Locality and industrial linkages. *The Canadian Geographer*, 45: 404-413.
- McCalla R.J., Slack B., Comtois C. (2004) The geographical hierarchy of container shipping networks in the Caribbean basin and Mediterranean sea. Paper presented at the 10<sup>th</sup> World Conference on Transport Research (WCTR), Istanbul, July 4-8.
- McCalla R.J., Slack B., Comtois C. (2005) The Caribbean basin: Adjusting to global trends in containerization. *Maritime Policy and Management*, 32(3): 245-261.
- McCann P., Shefer D. (2004) Location, agglomeration and infrastructure. *Papers in Regional Science*, 83(1): 177-193.
- McKenzie F.D. (1975) *Maritime Dynamic Traffic Generator. Volume III: Density Data on World Maps*. Working Paper No. AD-A012 498, Transportation Systems Center, Cambridge, Massachusetts.
- Merk O., Ducruet C., Dubarle P., Haezendonck E., Dooms M. (2011) *The competitiveness of global port-cities: The case of the Seine Axis (Le Havre, Rouen, Paris, Caen) – France*. OECD Regional Development Working Papers, no. 2011/7.
- Merk O., Manshanden W.J.J., Dröes M.I. (2013) Inter-regional spillovers of seaports: The case of Northwest Europe. *International Journal of Transport Economics*, 40(3): 401-417.
- Mobasher A., Bakillah M., Zipf A. (2015) Web mapping of geo-tagged shipping information: Case study: The LLOYDS Lists. 27th International Cartographic Conference (ICC 2015), Rio de Janeiro, Brazil.
- Mohamed-Chérif F.Z., Ducruet C. (2011) Les ports et la façade maritime du Maghreb, entre intégration régionale et mondiale. *Mappemonde*, 101(1): <http://mappemonde.mgm.fr/num29/articles/art11103.html>
- Mohamed-Chérif F.Z., Ducruet C. (2012) Du global au local : les nouveaux gérants des terminaux portuaires algériens. *L'Espace Politique*, 16(1): <http://espacepolitique.revues.org/index2294.html>

- Mohamed-Chérif F.Z., Ducruet C. (2015) Regional integration and maritime connectivity across the Maghreb seaport system. *Journal of Transport Geography* (accepté, en cours de publication).
- Montes C.P., Freire Seoane M.J., Gonzalez-Laxe F. (2012) General cargo and containership emergent routes: a complex networks description. *Transport Policy*, 24: 126-140.
- Moriconi-Ebrard F. (1994) *Geopolis : pour comparer les villes du monde*. Paris: Economica.
- Neal Z.P. (2011) The causal relationship between employment and business networks in US cities. *Journal of Urban Affairs*, 33(2): 167-184.
- Neffke F., Henning M., Boschma R. (2011) How do regions diversify over time? Industry relatedness and the development of new growth paths in regions. *Economic Geography*, 87(3): 237-265.
- Nelson A. (2008) *Travel time to major cities: A global map of accessibility*. Global Environment Monitoring Unit, Joint Research Centre of the European Commission, Ispra, Italy.
- Ng A.K.Y. (2006) Assessing the attractiveness of ports in the North European container transshipment market: An agenda for future research in port competition. *Maritime Economics and Logistics*, 8: 234-250.
- Ng A.K.Y., Ducruet C. (2014) The changing tides of port geography (1950-2012). *Progress in Human Geography*, 38(6): 785-823.
- Ng A.K.Y., Ducruet C., Jacobs W., Monios J., Notteboom T.E., Rodrigue J.P., Slack B., Tam K.C., Wilmsmeier G. (2014) Port geography at the crossroads with human geography: between flows and spaces. *Journal of Transport Geography*, 41: 84-96.
- Noin D. (1999) La population des littoraux du monde. *L'Information Géographique*, 63(2): 65-73.
- Notteboom T.E. (2004) Container shipping and ports: An overview. *Review of Network Economics*, 3(2): 86-106.
- Notteboom T.E. (2012) Towards a new intermediate hub region in container shipping? Relay and interlining via the Cape route vs. the Suez route. *Journal of Transport Geography*, 22: 164-178.
- Notteboom T.E., Rodrigue J.P. (2005) Port regionalization: Towards a new phase in port development. *Maritime Policy and Management*, 32(3): 297-313.
- Nystuen J.D., Dacey M.F. (1961) A graph theory interpretation of nodal regions. *Papers in Regional Science*, 7(1), 29-42.
- O'Connor K. (1989) Australian ports, metropolitan areas and trade-related services. *Australian Geographer*, 20(2): 167-172.
- O'Connor K. (2010) Global city-regions and the location of logistics activity. *Journal of Transport Geography*, 18(3): 354-362.
- OCDE (2014) *The Competitiveness of Global Port-Cities*. OECD Publishing, doi: 10.1787/9789264205277-en
- Offner J.M. (1993) Les 'effets structurants' du transport : mythe politique, mystification scientifique. *L'Espace Géographique*, 22(3): 233-242.
- Olivier D. (2010) *Dynamics of Globalisation in the Container Port Industry: Asia Rising*. VDM Verlag.
- Oosterhaven J., Eding G.J., Stelder D. (2001) Clusters, linkages and interregional spillovers: Methodology and policy implications for the two Dutch mainports and the rural North. *Regional Studies*, 35: 809-822.
- Overman H.G., Winters L.A. (2005) The port geography of UK international trade. *Environment and Planning A*, 37(10): 1751-1768.
- Padgett J.F., Ansell C.K. (1993) Robust action and the rise of the Medici. *American Journal of Sociology*, 98(6): 1259-1319.
- Panayides P. (2007) Global supply chain integration and competitiveness of port terminals. In: Wang J.J., Olivier D., Notteboom T.E., Slack B. (Eds.), *Ports, Cities, and Global Supply Chains*, Aldershot: Ashgate, pp. 27-40.
- Parola F., Veenstra A.W. (2008) The spatial coverage of shipping lines and container terminal operators. *Journal of Transport Geography*, 16(4): 292-299.
- Parrain C. (2010) *Territorialisation des espaces océaniques hauturiers : l'apport de la navigation à voile dans l'Océan Atlantique*. Thèse de Doctorat en géographie, Université de La Rochelle.

- Parrain C. (2012) La haute mer : un espace aux frontières de la recherche géographique. *EchoGéo*, 19: <http://echogeo.revues.org/12929>
- Parshani R., Rozenblat C., Ietri D., Ducruet C., Havlin S. (2010) Inter-similarity between coupled networks. *Europhysics Letters (EPL)*, 92: 68002.
- Perpillou R. (1959) *Géographie de la circulation*. Paris: Centre de Documentation Universitaire.
- Plasschaert K., Derudder B., Dullaert W., Witlox F. (2011) Redefining the Hamburg – Le Havre range in maritime networks. Proceedings of the BIVE-GIBET Transport Research Day 2011, Zelzate, University Press, p. 240-244.
- Potter S., Skinner M.J. (2000) On transport integration: a contribution to better understanding. *Futures*, 32(3-4): 275-287.
- Preiser-Kapeller J., Daim F. (2013) *Harbours and maritime networks as complex adaptive systems*. International Workshop, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mainz, 17-18 October.
- Pumain D. (2014) Auto-organisation. *Hypergeo*, <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article288>
- Pumain D., Saint-Julien T., Sanders L. (1989) *Villes et auto-organisation*. Paris: Economica.
- Rees H. (1955) Lloyd's List as a source for port study in schools. *Geography*, 40: 249-254.
- Rimmer P.J. (1967) The changing status of New Zealand seaports, 1853-1960. *Annals of the Association of American Geographers*, 57(1): 88-100.
- Rimmer P.J. (2007) Port dynamics since 1965: Past patterns, current conditions and future directions. *Journal of International Logistics and Trade*, 5(1): 75-97.
- Rimmer P.J. (2015) Foreword. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. xxi-xxiii.
- Rimmer P.J., Comtois C. (2005) China's extra- and intra-Asian liner shipping connections, 1990-2000. *Journal of International Logistics and Trade*, 3: 75-97.
- Robinson R. (1968) *Spatial Structuring of Port-Linked Flows: The Port of Vancouver, Canada, 1965*. Thèse de Géographie, Université de Colombie Britannique.
- Robinson R. (1998) Asian hub/feeder nets: The dynamics of restructuring. *Maritime Policy and Management*, 25(1): 21-40.
- Robinson R. (2002) Ports as elements in value-driven chain systems: the new paradigm. *Maritime Policy and Management*, 29(3): 241-255.
- Robinson R. (2015) Afterword. In: Ducruet C. (dir.) *Maritime Networks. Spatial Structures and Time Dynamics*, London and New York: Routledge, pp. 374-377.
- Rocheffort M. (1960) *L'organisation urbaine de l'Alsace*. Paris : Les Belles Lettres.
- Rodrigue J.P. (2004) Straits, passages and chokepoints: A maritime geostrategy of petroleum distribution. *Cahiers de Géographie du Québec*, 48(135): 357-374.
- Rodrigue J.P. (2006) Challenging the derived transport-demand thesis: Geographical issues in freight distribution. *Environment and Planning A*, 38(8): 1449-1462.
- Rodrigue J.P., Comtois C., Slack B. (1997) Transportation and spatial cycles: Evidence from maritime systems. *Journal of Transport Geography*, 5(2): 87-98.
- Rodrigue J.P., Comtois C., Slack B. (2013) *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge.
- Rodrigue J.P., Notteboom T.E. (2010) Foreland-based regionalization: Integrating intermediate hubs with port hinterlands. *Research in Transportation Economics*, 27(1): 19-29.
- Rodrigue J.P., Notteboom T.E. (2013) The geography of cruises: Itineraries, not destinations. *Applied Geography*, 38: 31-42.
- Rosato V., Issacharoff L., Tiriticco F., Meloni S., De Porcellinis S., Setola R. (2008) Modelling interdependent infrastructures using interacting dynamical models. *International Journal of Critical Infrastructures*, 4(1-2), 63-79.
- Rozenblat C. (2015) Approches multiplexes des systèmes de villes dans les réseaux d'entreprises multinationales. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 3: 393-424.
- Rozenblat C., Pumain D. (1993) The location of multinational firms in the European urban system. *Urban Studies*, 10: 1691-1709.
- Salter M.B. (2008) Political science perspectives on transportation security. *Journal of Transportation Security*, 1(1): 29-35.

- Sanders L. (1992) *Système de villes et synergétique*. Paris: Economica.
- Sassen S. (1991) *The Global City: New York, London, Tokyo*. Princeton: Princeton University Press.
- Scheidel W. (2013) *The Shape of the Roman World*. Working Paper, Stanford University.
- Schwanen T. (2016a) Geographies of transport I: Reinventing a field? *Progress in Human Geography*, 40(1): 126-137.
- Schwanen T. (2016b) Geographies of transport II: Reconciling the general and the particular. *Progress in Human Geography*, doi: 10.1177/0309132516628259
- Scott A.J., Storper M. (2003) *Regions, globalization, development*. *Regional Studies*, 37(6-7): 579-593.
- Shaw J., Sidaway J.D. (2011) Making links: On (re)engaging with transport and transport geography. *Progress in Human Geography*, 35(4): 502-520.
- Shen G., Wang C., Pulat P.S. (2013) An exploratory analysis and visualization of U.S. global trade patterns through maritime freight movement between U.S. ports and world ports: 1997-2007. International Forum on Shipping, Ports and Airports, Hong Kong, 3-5 juin.
- Siegfried A. (1940) *Suez, Panama et les routes maritimes mondiales*. Paris: Armand Colin. [http://classiques.uqac.ca/classiques/siegfried\\_andre/suez\\_panama/suez\\_panama.pdf](http://classiques.uqac.ca/classiques/siegfried_andre/suez_panama/suez_panama.pdf)
- Sindbæk S.M. (2013) Broken links and black boxes: Material affiliations and contextual network synthesis in the Viking world. In: Knappett C. (Ed.), *Network-Analysis in Archaeology. New Approaches to Regional Interaction*. Oxford: Oxford University Press, pp. 71-94.
- Slack B. (1985) Containerisation, inter-port competition and port selection. *Maritime Policy and Management*, 12(4): 293-303.
- Slack B. (1989) Port services, ports and the urban hierarchy. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 80(4): 236-243.
- Slack B. (1993) Pawns in the game: Ports in a global transportation system. *Growth and Change*, 24(4): 579-588.
- Slack B., Comtois C., McCalla R.J. (2002) Strategic alliances in the container shipping industry: a global perspective. *Maritime Policy and Management*, 29(1): 65-76.
- Slack B., Frémont A. (2005) Transformation of port terminal operations: From the local to the global. *Transport Reviews*, 25(1): 117-130.
- Slack B., Frémont A. (2009) Fifty years of organisational change in container shipping: regional shift and the role of family firms. *Geojournal*, 74(1): 23-34.
- Slack B., Gouvernal E. (2015) Container transshipment and logistics in the context of urban economic development. *Growth and Change*, doi: 10.1111/grow.12137
- Smith A. (1776) *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. London: Strahan & Cadeli.
- Snyder D., Kick E.L. (1979) Structural position in the world system and economic growth, 1955–1970: a multiple-network analysis of transnational interactions. *American Journal of Sociology*, 84: 1096-1126.
- Solomon L.P., Barnes A.E., Alessi T., Draper P.J., Weinstein J.J., Lunsford C.R. (1978) *Historical Temporal Shipping (HITS)*. Long Range Acoustic Propagation Project, Naval Ocean Research and Development Activity, Bay St. Louis, Mississippi.
- Song L., van Geenhuizen M. (2014) Port infrastructure investment and regional economic growth in China: Panel evidence in port regions and provinces. *Transport Policy*, 36: 173-183.
- Soppé M., Parola F., Frémont A. (2009) Emerging inter-industry partnerships between shipping lines and stevedores: from rivalry to cooperation? *Journal of Transport Geography*, 17(1): 10-20.
- Steck B. (1995) Les villes portuaires dans le réseau urbain français. In: *Actes du colloque Vivre et Habiter la Ville Portuaire*, Plan Construction et Architecture, Paris, Rouen, Le Havre, 12-14 octobre, pp. 101-111.
- Stern E., Hayuth Y. (1984) Developmental effects of geopolitically located ports. In: Hoyle B.S., Hilling D. (eds.), *Seaport Systems and Spatial Change*, Chichester: John Wiley and Sons, pp. 239-249.
- Stopford M. (2008) *Maritime Economics*. Abingdon: Routledge.
- Stubs J., Jegede F. (1998) The integration of rail and air transport in Britain. *Journal of Transport Geography*, 6(1): 53-67.

- Swedish Maritime Administration (2000) *Baltic Maritime Outlook*. Norrköping.
- Taaffe E.J., Morrill R.L., Gould P.R. (1963) Transport expansion in underdeveloped countries: A comparative analysis. *Geographical Review*, 53: 503-529.
- Tabushi T., Thisse J.F. (2002) *Regional specialization and transport costs*. Discussion Paper 3542, Centre for Economic Policy Research.
- Taillard C. (2004) *Intégrations régionales en Asie orientale*. Paris : Les Indes Savantes.
- Tartaron T.F. (2013) *Maritime Networks in the Mycenaean World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tatem A.J., Hay S.I., Rogers D.J. (2006) Global traffic and disease vector dispersal. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(16): 6242-6247.
- Tavasszy L.A., Minderhoud M., Perrin J.F., Notteboom T.E. (2011) A strategic network choice model for global container flows: Specification estimation and application. *Journal of Transport Geography*, 19(6): 1163-1172.
- Taylor P.J. (2004) *World City Network: a Global Urban Analysis*. London: Routledge.
- Taylor P.J., Catalano G., Walker D.R.F. (2002) Measurement of the world city network. *Urban Studies*, 39(13): 2367-2376.
- Taylor P.J., Hoyler M., Verbruggen R. (2010) External urban relational process: Introducing central flow theory to complement central place theory. *Urban Studies*, 47(13): 2803-2818.
- Tovar B., Hernandez R., Rodriguez-Deniz H. (2015) Container port competitiveness and connectivity: the Canary Islands main ports case. *Transport Policy*, 38: 40-51.
- Tournadre J. (2014) Anthropogenic pressure on the open ocean: The growth of ship traffic revealed by altimeter data analysis. *Geophysical Research Letters*, 41(22): 7924-7932.
- Tran N.K., Haasis H.D. (2014) Empirical analysis of the container liner shipping network on the East-West corridor (1995–2011). *Netnomics*, 15(3): 121-153.
- Tranos E. (2011) The topology and the emerging urban geographies of the Internet backbone and aviation networks in Europe: A comparative study. *Environment and Planning A*, 43: 378-392.
- Tsiotas D., Polyzos S. (2015) Analyzing the maritime transportation system in Greece: A complex network approach. *Networks and Spatial Economics*, 15(4): 981-1010.
- Van den Bremen W.J., de Jong B. (1986) The aggregate spatial patterns of maritime transport at world scale: A macro-scale approach in transport geography. *GeoJournal*, 12(3): 289-303.
- Van der Horst M.R., De Langen P.W. (2008) Coordination in hinterland transport chains: a major challenge for the seaport community. *Maritime Economics and Logistics*, 10(1-2): 108-129.
- Van Klink, H.A. (1998) The port network as a new stage in port development: The case of Rotterdam. *Environment and Planning A*, 30(1), 143-160.
- Vance J.E. (1970) *The Merchant's World. The Geography of Wholesaling*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Veenstra A.W., Mulder H.M., Sels R.A. (2005) Analysing container flows in the Caribbean. *Journal of Transport Geography*, 13(4): 295-305.
- Veltz P. (1996) *Mondialisation, villes et territoires, l'économie d'archipel*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Verhetsel A., Sel S. (2009) World maritime cities: From which cities do container shipping companies make decisions? *Transport Policy*, 16(5): 240-250.
- Verny J., Grigentin C. (2009) Container shipping on the Northern Sea route. *International Journal of Production Economics*, 122(1): 107-117.
- Vettor R., Guedes Soares C. (2015) Detection and analysis of the main routes of voluntary observing ships in the North Atlantic. *Journal of Navigation*, 68(2): 397-410.
- Vigarié A. (1964) *Les grands ports de commerce de la Seine au Rhin*. Paris: SABRI.
- Vigarié A. (1968) *Géographie de la circulation*. Paris: Génin.
- Vigarié A. (1979) *Ports de commerce et vie littorale*. Paris: Hachette.
- Vigarié A. (1995) *La mer et la géostratégie des nations*. Paris: Economica.

- Vleugels R.L.M. (1969) The economic impact of ports on the regions they serve and the role of industrial development. International Association of Ports and Harbors, Australian Conference, 239-247.
- Wang C., Ducruet C. (2012) New port development and global city making: Emergence of the Shanghai-Yangshan multilayered gateway hub. *Journal of Transport Geography*, 25: 58-69.
- Wang C., Ducruet C. (2013) Regional resilience and spatial cycles: Long-term evolution of the Chinese port system (221BC-2010AD). *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 104(5): 521-538.
- Wang C., Wang J. (2011) Spatial pattern of the global shipping network and its hub-and-spoke system. *Research in Transportation Economics*, 32(1): 54-63.
- Wang J., Mo H., Wang F., Jin F. (2011) Exploring the network structure and nodal centrality of China's air transport network: a complex network approach. *Journal of Transport Geography*, 19(4): 712-721.
- Wang J.J., Chen M.C. (2010) From a hub port city to a global supply chain management center: A case study of Hong Kong. *Journal of Transport Geography*, 18(1): 104-115.
- Wang J.J., Ng A.K.Y. (2011) The geographical connectedness of Chinese seaports with foreland markets: A new trend? *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 102(2): 188-204.
- Wang L., Notteboom T.E., Yang L. (2015) British and Japanese maritime networks in China in the 1920s. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics*, Routledge Studies in Transport Analysis, pp. 112-133.
- Wang Y., Cullinane K. (2008) Measuring container port accessibility: an application of the Principal Eigenvector Method (PEM). *Maritime Economics and Logistics*, 10: 75-89.
- Wang Y., Cullinane K. (2014) Traffic consolidation in East Asian container ports: a network flow analysis. *Transportation Research Part A*, 61: 152-163.
- Watts D.J., Strogatz S.H. (1998) Collective dynamics of "small-world" networks. *Nature*, 393: 440-442.
- Weigend G.G. (1956) The problem of hinterland and foreland as illustrated by the port of Hamburg. *Economic Geography*, 32(1): 1-16.
- White H.P., Senior M.L. (1983) *Transport Geography*. Hong Kong: Longman House Ltd.
- Wilmsmeier G. (2014) *International Maritime Transport Costs. Market Structures and Network Configurations*. Ashgate.
- Windeck V. (2013) *A Liner Shipping Network Design*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Woolley-Meza O., Thiemann C., Grady D., Lee J.J., Seebens H., Blasius B., Brockmann D. (2011) Complexity in human transportation networks: a comparative analysis of worldwide air transportation and global cargo-ship movements. *The European Physical Journal B*, 84: 589-600.
- Xie F., Levinson D. (2009) Modeling the growth of transportation networks: A comprehensive review. *Networks and Spatial Economics*, 9(3): 291-307.
- Xu M., Li Z., Shi Y., Zhang X., Jiang S. (2015) Evolution of regional inequality in the global shipping network. *Journal of Transport Geography*, 44: 1-12.
- Xu X., Hu J., Liu F. (2007) Empirical analysis of the ship-transport network of China. *Chaos*, 17(2): 023129.
- Zaidi F. (2011) *Analysis, Structure and Organization of Complex Networks*. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing.
- Zavitsas K., Bell M.G.H. (2010) A simulation model and a vulnerability assessment of the worldwide energy supply. In: Bell M.G.H., Hosseinloo S.H., Kanturska U. (Eds.), *Security and Environmental Sustainability of Multimodal Transport*, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, Dordrecht: Springer, pp. 227-246.
- Zimmermann J.B. (2005) Entreprises et territoires : entre nomadisme et ancrage territorial. *La Revue de l'IRES*, 47(1): 21-36.
- Zimmermann M. (1942) Compte-rendu. *Etudes Rhodaniennes*, 17(3) : 183-185.
- Zwier R., Hiemstra F., Nijkamp P., Van Monfort K. (1994) Connectivity and isolation in transport networks: A policy scenario for the Greek island economy. Working Paper, Vrije Universiteit Amsterdam, Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometric.