



HAL
open science

Transport maritime et changements climatiques. Mise en perspective en géographie

Eric Foulquier

► **To cite this version:**

Eric Foulquier. Transport maritime et changements climatiques. Mise en perspective en géographie. Le Droit Maritime Français, 2019, Les transports maritimes face aux changements climatiques, 815, pp.581-589. hal-02173150

HAL Id: hal-02173150

<https://hal.science/hal-02173150v1>

Submitted on 8 Feb 2021

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.

DOCTRINE

Transport maritime et changements climatiques

Mise en perspective en géographie

Eric FOULQUIER

*Maître de conférences en
Géographie
LETG-Brest UMR 6554
Université de Bretagne
Occidentale*

ENGLISH SUMMARY

Shipping and climate change raises questions about reduction of the world GES emissions, or even the decarbonisation of maritime transport. In Geography, this problem involves a paradigm shift : considering the links between shipping and environment, no more in terms of ports right-of-way but in terms of global ecological footprint. Climate change challenges in the shipping world call at least two types of strategies : emission reduction, deceleration, and decarbonisation, through the promotion of integral wind propulsion for example. The latter implies a radical turn that would lead seaborne trade towards the renunciation of gigantism and the questioning of the principles of economies of scale that led to the processes of massification.

Introduction

L'interaction entre transport maritime et changement climatique pose d'emblée au géographe une problématique d'échelle d'appréhension des processus. D'un point de vue thématique, elle s'inscrit dans un questionnement plus large, celui des relations entre le fait maritimo-portuaire et l'environnement. D'un point de vue scalaire, elle interroge le niveau d'implication, du navire et du port, dans la production de l'empreinte environnementale. Les premiers travaux de la géographie française sur le monde du *shipping*⁽¹⁾ s'écrivent selon une vision urbano-centrée, considérant que ce sont les territoires portuaires qui déterminent l'orientation des flux maritimes, dans l'esprit d'une géographie régionale du littoral (De Rousiers 1909 ; Chabot 1946 ; Vigarié 1964). Ils installent durablement une « école maritimiste » francophone, pour ne pas dire havraise, dont André Vigarié peut être considéré comme le père fondateur. La maritimisation des problématiques géographiques autour des activités de transport par voie océanique s'opèrent selon trois approches distinctes. Les deux premières ne sont pas décisives d'un point de vue épistémologique, et restent liées à des considérations finalement assez territorialisées. La première concerne les impacts environnementaux du gigantisme naval, en particulier dans les espaces portuaires, voire littoraux dans le cas

(1) Ensemble des activités liées au transport maritime.

des marées noires. La seconde engage une réflexion géopolitique sur l'ordre océanique du monde, dans le sillage de la signature de la convention internationale du droit de la mer, dite de Montego Bay. La troisième, liée au changement climatique, consacre en revanche un tournant paradigmatique qui invite à considérer l'empreinte globale de la maritimisation du monde et à réfléchir sur le niveau de radicalité des stratégies à mettre en œuvre pour faire face à ces enjeux.

TRANSPORT MARITIME ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES, UN NOUVEAU PARADIGME EN GEOGRAPHIE

Jusque dans les années 2000, les approches géographiques des relations port-environnement se sont focalisées sur la question des emprises, dans une perspective de gestion intégrée des zones côtières. Le port est considéré comme un équipement, placé dans une stratégie d'aménagement et confronté dès lors à des problématiques d'insertion territoriale. Conformément à l'esprit néolibéral de la séquence Evaluer-Réduire-Compenser née au début des années 1970 aux Etats-Unis⁽²⁾, la protection des environnements portuaires s'apprécie à l'aune des impacts, acceptant le principe qu'une dégradation des milieux pouvait être « compensée » et par voie de conséquence induisant l'idée d'une possible évaluation financière de l'écologie. A une époque où le projet d'extension des installations nantaises sur le site de Donges-Est n'est pas encore abandonné, Jacques Marcadon propose, dans une démarche de synthèse, une grille d'analyse de l'insertion portuaire dans son environnement en trois étapes (Marcadon 1999) : 1. Les impacts temporaires de court terme, liés à la construction de l'infrastructure ; 2. Les impacts fonctionnels de long terme (physico-chimique, biologiques, nuisances diverses) ; 3. Les mesures compensatoires possibles (faisabilité technique, faisabilité économique).

De nombreux travaux s'interrogent sur l'efficacité de ces mesures de compensation, notamment sur la qualité du transfert des connaissances entre monde scientifique et sphères décisionnelles (Bigard et al., 2018). Avec la création en 2008 de la Caisse des Dépôts et Consignation Biodiversité, on comprend que le principe compensatoire, conçu comme un instrument dual, à la fois de politique publique (orienter la préservation de la biodiversité) et de valorisation foncière (constituer une « banque » de terrains disponibles à la compensation), ne se départit pas de sa philosophie financière originelle. Il n'en demeure pas moins que ces approches, très fonctionnalistes, restent centrées sur des espaces réduits au milieu, voire à l'écosystème, et que le problème du changement climatique n'est pas réductible par le processus de compensation.

Les années 2000 voient l'émergence d'une autre appréhension des impacts du fait portuaire sur son environnement, à des échelles plus larges. D'abord, les contextes économiques et stratégiques évoluent considérablement dans le sens d'une intégration progressive des acteurs maritimes aux problématiques portuaires, et plus largement, continentales. A la faveur de la libéralisation des activités, les

(2) Principe de l'étude d'impact, intégré dans la loi française du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature

acteurs du shipping s'impliquent dans les logistiques terrestres, plus rémunératrices que les seules activités transport. Cette globalisation participe d'une remise en question de l'approche traditionnelle du triptyque portuaire, selon laquelle le développement portuaire se joue à trois échelles distinctes de décisions stratégiques : l'avant-pays maritime, l'interface portuaire et l'arrière-pays continental (Dubreuil 2005). Avec la globalisation du secteur, cet équilibre décisionnel se centralise sur quelques acteurs, maritimes et logistiques, qui désormais « font » les ports et les corridors d'acheminement, et ce, « en dehors » de la plupart des ports, étant entendu qu'il n'est nullement besoin de situer le siège de son entreprise dans un grande ville portuaire pour peser sur l'organisation maritime du monde. Les sièges des trois plus grands armateurs du monde se situent respectivement à Copenhague (Maersk), Genève (Mediterranean Shipping Company) et Marseille (CMA CGM). La médiatisation grandissante des travaux du GIEC (créé en 1988), associée à la publication des premières directives de l'OMS en matière de pollutions atmosphériques (1987) – qui deviennent des adresses mondiales à partir de 2007 –, participent ensuite d'une lente percolation des problématiques climatiques dans la société. Ainsi le changement climatique impose la question des émissions de gaz à effet de serre (GES) liées au secteur maritime à l'agenda politique mondial.

Selon une enquête de l'European SeaPorts Organisation (ESPO) consacrée aux priorités environnementales des Autorités Portuaires, menée depuis 1996 auprès de sa centaine de ports adhérents, la qualité de l'air, qui n'est pas mentionnée dans les premiers audits, passe en première position en 2016, suivie par ordre d'importance, par la consommation énergétique, les perturbations sonores, les relations aux communautés locales et aux territoires, la gestion des déchets (notamment issus des navires). Vingt ans auparavant, ces priorités se nommaient : impacts de la poldérisation, qualité de l'eau portuaire, conséquences du dragage... Autrement dit, il y a vingt ans, les ports avaient des préoccupations environnementales liées à l'aménagement de leurs accès nautiques dans le cadre du gigantisme naval engagé par la croissance exponentielle des échanges des années 1990, et se trouvent désormais confrontés à des problématiques de bilan carbone et d'acceptabilité sociale.

Les années 2000 consacrent de fait un changement majeur de paradigme. Traditionnellement considérée selon des approches fonctionnalistes des milieux portuaires, principalement aquatiques, la relation transport maritime-environnement s'écrit désormais selon des analyses métaboliques à l'échelle du territoire d'insertion, où l'ensemble du système-flux doit être appréhendé (Mat 2005). Or l'avènement du modèle de *Landlord Port*, dans lequel l'Autorité Portuaire se mue en autorité territoriale, en charge de la gestion d'un patrimoine foncier bord-à-quai, en lieu et place des capacités opérationnelles concédées aux opérateurs privés de la manutention, participe, face à ces problématiques d'émissions, d'une forme de sujétion portuaire, voire de vulnérabilité. Car c'est bel et bien le navire, voire le camion (en d'autres termes, des externalités) et non directement le port (en tout cas dans une bien moindre mesure), qui produit flux et effluents. De là, si le concept de mesure compensatoire reste directement lié à l'impact de l'infrastructure, on comprend que la relation entre transport maritime et environnement, en particulier s'agissant du

changement climatique, implique des problématiques complexes d'acceptabilité, qui ne saurait relever du seul domaine portuaire.

LA GLOBALISATION DU TRANSPORT MARITIME, UNE GEOGRAPHIE HETEROGENE

Le transport maritime répond à une géographie des besoins, selon l'expression d'André Vigarié. Les ports ne sont pas directement les acteurs mais plutôt les vecteurs d'une mondialisation qui se fait l'écho d'une demande sociétale de marchandises aujourd'hui produites dans le cadre d'un « made in Monde » dont la Chine est l'atelier de loin le plus important. Cette maritimisation du monde, qui traduit la dépendance des sociétés humaines aux échanges par voie de mer, s'exprime selon des intensités différentes au regard des niveaux de développement des territoires concernés. Elle met cependant en évidence la contribution du shipping aux émissions de gaz à effets de serre à l'échelle globale.

Depuis 1950, le nombre de navires, toutes flottes confondues, a été multiplié par trois, atteignant de nos jours les 90 000 unités de plus de 100 GT (Gross Tonnage) dont plus des 2/3 correspond à la seule flotte marchande. Cette trajectoire, écho d'un commerce mondial en croissance exponentielle sur la période, se traduit par une accélération des émissions de GES dans l'atmosphère qui passe de 187 millions de tonnes de CO₂ en 1950 à plus de 870 Mt en 2016 selon l'Organisation Maritime Internationale (OMI). Le même constat peut être établi s'agissant des émissions d'Oxyde d'Azote (NO_x) qui passe de 5,4 Mt en 1950 à 21,4 Mt au milieu des années 2000, date à laquelle les émissions se stabilisent (Eyring et al. 2005). Au total, la contribution du shipping est estimée entre 2,2 et 3% des émissions de GES dans le monde, chiffre produit par l'OMI et qui correspond à la flotte liée au commerce international.

Il est intéressant de considérer dans ces débats fortement médiatisés l'importance du recours aux valeurs relatives pour évaluer l'impact de telle ou telle activité. Communiquer sur le fait qu'un porte-conteneur émette seulement 3 grammes de GES par tonne kilomètre contre 5,9 pour un pétrolier, 7,9 pour un vraquier et surtout contre 80 gr/t/km pour un camion et 437 gr/t/km pour un avion-cargo, permet de relativiser les contributions. Ces chiffres rappellent que le monde du conteneur dispose d'une flotte performante certes, mais ne doivent pas faire oublier que ces types de navires concernent moins de 20% d'une flotte mondiale, dont l'essentiel reste dédiée aux trafics de pétrole, de gaz et de minerais d'une part, et que la part du fret transporté par avion reste minime à l'échelle mondiale. Ils permettent surtout de nuancer une trajectoire qui voit les émissions être multipliées par quatre en valeur absolue sur les soixante dernières années.

Ces contributions produisent une géographie hétérogène, liée à l'inégale répartition de la flotte mondiale et à des effets de fréquentations, variables sur les ports et les routes maritimes. Fort logiquement, les deux segments de trafics les plus denses, eurasiatique et transpacifique, sont à l'origine des productions de GES les plus importantes. Si les émissions atmosphériques restent localisées le long des principales routes commerciales et fortement concentrées dans les passages obligés que sont

les détroits et les canaux biocéaniques, elles se trouvent beaucoup plus diffuses sous l'effet des circulations liées à la pêche et au tourisme (Dongsheng et al., 2017). La seule flotte de pêche britannique serait responsable de l'émission de 0,8 MT de CO₂ en 2010 (Coello et al., 2015). Et dans la zone arctique, les navires de pêches sont les premiers contributeurs aux émissions, devant les navires de tourisme (Winther et al., 2014).

La relation entre type de navire, âge moyen, émissions et espaces de fréquentation dessinent des circulations différenciées à l'origine d'inégalités environnementales face aux émissions du shipping. Si 42% de la flotte mondiale est composée de navires de plus de vingt ans selon l'OMI, cette proportion atteint les 62% dans la seule Mer Noire selon le documentaire réalisé par l'International Transport Federation, *The Dark Side of The Black Sea* (2015). La mise en œuvre de zones d'émissions contrôlées (ECA) depuis 1997, le long des côtes nord-américaines et nord-européennes, conduit probablement à des effets de déport de trafics dont il est actuellement difficile de connaître l'ampleur. La multiplication des zonages sous juridiction ou la promotion de concept du Port State Control, participent de la lente émergence d'une régulation de l'empreinte environnementale, mais rappellent le rôle décisif joué par la puissance publique exercée par l'Etat côtier et de fait, les inégalités qui découlent potentiellement de cette conditionnalité. A l'échelle des Caraïbes, les inspections de navires sont menées dans les ports par la Caribbean Memorandum of Understanding on Port State Control (CMOU, organe de l'OMI créé en 1996). Il s'agit d'observer le respect des deux principales conventions internationales dans le shipping : MarPol (Marine Pollution) et SOLAS (Safety of Life at Sea). En 2017, 769 navires ont été contrôlés : 34 dans des ports français, 203 dans des ports hollandais, 97 à Kingston (Jamaïque), 1 seulement au Guyana, aucun à Aruba, ni à Saint Lucie, ni à Grenade. L'importance de cette surveillance est toute relative si l'on considère le nombre d'escales annuelles dans ces mêmes ports, plus de 1600 dans chacun des deux organismes français de la région, Fort-de-France et Pointe-à-Pitre, plus de 3700 à Kingston.

Transport maritime et changement climatique relèvent d'une gouvernance multi-échelle, dans laquelle les armateurs jouent un rôle bien entendu déterminant. Leur stratégie est infléchie par un faisceau de facteurs, parmi lesquels la question du carburant est centrale. Certes, les injonctions sociétales invitent à la mise en œuvre d'une responsabilité sociale et environnementale, mais le soutage reste l'incitation déterminante à la modernisation des flottes. Ce renouvellement s'accélère. En 2018, 69% de la flotte vraquière a moins de 10 ans, 44% pour la flotte conteneurisée, 38% pour les pétroliers et seulement 22% pour les navires cargos. Cette modernisation est sectorielle et n'est pas sans implication géographique : aux routes les plus rentables, les contrôles les plus fréquents et les navires les plus modernes.

LES EVOLUTIONS EN COURS SONT-ELLES A LA HAUTEUR DES ENJEUX ?

Avec une hausse de 1 m du niveau de la mer, la plupart des ports du monde serait confrontés à de graves problématiques de submersion, en particulier aux Pays-Bas, mais aussi à Fos-sur-Mer et au Havre. L'épisode de sécheresse de 2018 en Allemagne

a provoqué la fermeture de l'Elbe à la navigation au printemps et l'obligation de la diminution des chargements des barges pendant une grande partie de la période estivale sur le Rhin. Mais le monde est inégal face à ce risque climatique. Car c'est encore en Asie et dans les îles du Pacifique que la vulnérabilité des populations littorales face à la submersion est la plus grande. Selon les estimations, une hausse des températures de 2°C affecterait plus de la moitié de la population du Vietnam, 93% de celle des îles Marshall, 81% de celle de Tuvalu (climatcentral.org)... Les hausses du niveau de la mer qui découleraient de ce réchauffement concerneraient 64 millions de Chinois, 18 millions de Japonais, 20 millions d'Indiens, 9 millions de Brésiliens et au moins 12 millions de personnes aux Etats-Unis.

Force est de constater que les ambitions politiques relatives à ces alertes restent pour le moins modestes. L'OMI annonce pour 2050 une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 50 %, par rapport à une année de référence fixée à 2008. Le choix de cette date, où le commerce mondial s'est sensiblement contracté après une période d'une dizaine d'années de croissance exponentielle des échanges laisse perplexe et relativise la force de cet engagement. Pour autant, l'acceptabilité économique d'une taxe carbone pour atteindre ces objectifs fait son chemin. Selon le Lloyd's Register⁽³⁾, les deux tiers des armateurs seraient favorables à un niveau de taxation atteignant les 50 dollars états-unis (US\$) par tonne. Cependant, de nombreuses études tendent à démontrer qu'un tel effort ne sera pas suffisant. Le FMI estime qu'une taxation à 75 US\$/t d'ici 2030 favoriserait une réduction de seulement 15% des émissions actuelles. Une étude de l'University of London College arrive à la conclusion que seule une taxation carbone comprise entre 100 et 300 US\$/t permettrait de rendre les énergies renouvelables suffisamment compétitives pour envisager d'atteindre les objectifs de l'OMI. Reste à considérer l'acceptabilité sociétale de ce principe, car une taxation carbone ne manquerait pas d'avoir des conséquences sur les coûts de transaction. La lutte contre le réchauffement climatique par la réduction des émissions concerne l'ensemble du secteur, de la conception au déchargement⁽⁴⁾ du navire. Et le prix des marchandises n'est pas la seule variable à prendre en compte. En intégrant plus de 25 mesures de maîtrise des émissions dans le shipping, le scénario d'une réduction des émissions de 50% des GES d'ici à 2050 mène à des coûts marginaux de l'ordre de 100 US\$ (Eide et al. 2011).

L'OMI répertorie les initiatives en matière de réduction des GES en trois catégories : technologiques, dans laquelle l'évolution des systèmes de propulsion et le design des coques pourraient contribuer respectivement à la réduction de l'ordre de 25 et de 15%; opérationnelles, où à eux seuls vitesse et taille du navire pourraient agir à hauteur de 60 et 30% des émissions de GES ; énergétiques enfin, catégorie qui imagine le recours à des carburants alternatifs, tels que le biofuel, l'hydrogène, l'électricité, le vent, le solaire, le nucléaire... En attendant les solutions révolutionnaires en termes de conception navale, la contribution du shipping à la lutte contre le réchauf-

(3) Une des sociétés les plus importantes au monde de prestations de services professionnels dans le domaine maritime : inspection, vérification, formation, audit, certification des entreprises et des systèmes de management.

(4) Action de démantèlement de navires ou de flottes.

fement climatique passe donc au moins par deux types de stratégies, la décélération et la décarbonation. La première tient en un faisceau de décisions : directes, dans le cas de la réduction des vitesses ; indirectes, lorsqu'il est question de relocaliser les activités ou de remettre en cause les logistiques de juste-à-temps. La seconde tient pour l'instant dans le développement des transferts modaux (ferroviaire, mer-routage) ou de la production de carburants plus propres (Thanopoulou et al., 2015 ; MacKinnon et al., 2016). La décarbonation relève aussi de solutions technologiques radicales, parmi lesquelles le recours à la propulsion vélique intégrale reste sans nul doute la plus efficace en termes de réduction drastique des émissions de polluants, si l'on accepte que la production d'hydrogène ou d'énergie nucléaire ne constituent pas des solutions totalement neutres de ce point de vue. L'hybridation des moteurs, le recours au Gaz Naturel Liquéfié (GNL), qui sont les deux voies les plus empruntées par les armateurs actuellement, offrent des solutions de décélération mais n'engagent pas une décarbonation, processus confronté à l'existence de nombreux freins.

Les barrières à l'innovation dans le domaine énergétique peuvent être répertoriées selon trois catégories : économiques, organisationnelles et comportementales. Le risque technologique, l'absence d'expérimentation, les coûts cachés et la faiblesse des sources de financement font partie des freins de nature économique les plus mentionnés par les armateurs face à la propulsion vélique (Rehmatulla et al. 2017). L'atomisation du secteur maritime, en une foule de décideurs et une multitude de sphères de décision participent également d'un déficit de coopération⁽⁵⁾ qui ne contribue pas favorablement à l'innovation, a fortiori lorsqu'elle est aussi radicale que la proposition vélique. Ces contraintes organisationnelles appellent une gouvernance transnationale que l'OMI tente de structurer (Lister et al, 2015). La promotion de l'Energy Efficiency Design Index dans la construction navale (2011), la mise en œuvre de la plateforme Ocean Climat (2014) puis du Talaona Dialogue (2018) qui vise à mutualiser les expériences en matière d'initiatives pour la réduction des émissions, contribuent à l'émergence de cette organisation mondiale de la lutte contre le réchauffement climatique. Les barrières comportementales constituent un autre verrou, tout aussi difficile à lever (Schwanen et al., 2012). La frilosité des armateurs face au risque et le conservatisme du secteur font partie des barrières qui renvoient au déficit de coordination du changement (Rojon et al., 2014). Des tests, comme le programme Beyond the Sea de la CMA CGM (2019), sont actuellement en cours pour expérimenter l'assistance vélique, via des ailes de kite surf grées sur des cargos. Mais des initiatives telle la mise en place du label de décarbonation totale, « Anemos, transporté à la voile » promu par la société TransOceanic Wind Transport (TWOT), créée en 2011 à Douarnenez (France), restent marginales, pour ne pas dire marginalisées. Ce mode d'acheminement suppose par ailleurs, l'acceptation sociale du renchérissement des denrées.

Le modèle entrepreneurial de TWOT repose pour l'instant sur l'affrètement de voiliers patrimoniaux, en attendant le lancement d'un voilier cargo moderne entièrement conçu autour de la propulsion vélique, selon le principe d'une décarbonation complète

(5) Terme issu de la contraction des concepts de coopération et de compétition qui désigne le fait pour une entreprise de coopérer avec des acteurs de la concurrence (Nalebuff & Brandenburger, 1997).

de la capacité de transport déployée. La société exploite des liaisons de cabotage atlantique européen mais également des lignes transatlantiques, fondées sur des trafics d'épicerie et de marchandises dites « sèches ». Elle s'appuie sur la promotion de produits responsables d'un point de vue éthique et inscrits dans une trajectoire écologique. Le modèle engage une innovation que l'on pourrait qualifier de « radicale » dans la mesure où il remet en cause le principe fondateur de l'économie des transports au vingtième siècle, à savoir les économies d'échelles réalisées sous l'effet de la massification. La proposition TWOT ramène le transport maritime à l'échelle de la centaine de tonnes, aux sacs et à la caisse, à la manutention traditionnelle à dos d'hommes, aux navires réduits à la dizaine de mètres. Elle peut être assimilée au « Scharnow turn » de Anderson et Boss (2012), expression inspirée de la manœuvre maritime qui consiste à repositionner le navire sur une trajectoire antérieure afin de récupérer un homme à la mer. Elle pose la problématique du retour d'un transport maritime traditionnel dans un espace maritime et portuaire qui n'est plus, depuis bien longtemps, conçu pour l'accueillir, puisqu'entièrement façonné par le gigantisme. Le modèle du transport maritime à propulsion vélique intégrale postule ni plus ni moins la remise en cause de la taille et du nombre dans la construction de la compétitivité.

Conclusion

Pour utopique que l'on puisse considérer la proposition, la propulsion vélique intégrale a le mérite de borner le débat, en termes d'horizon à atteindre et de défis à relever, de créer une sorte « d'état de référence », un idéal-type en somme. Plusieurs facteurs d'incertitudes pèsent sur ces perspectives, qu'elles soient de décélération ou de décarbonation, dont la plupart repose sur l'acceptabilité sociétale des transformations à venir : la capacité du commerce mondial à supporter la croissance des coûts de transport alors que ceux-ci n'ont cessé de baisser depuis le milieu du dix-neuvième siècle ; la mise en œuvre d'innovations technologiques et organisationnelles dans un contexte de libéralisme et de promotion exacerbée de la concurrence ; les trajectoires économiques et sociétales des différentes économies du monde, dans le sens d'une convergence vers des modèles plus ou moins énergivores.

Bibliographie

Anderson K., Bows A., 2012. « Executing a Scharnow Turn: Reconciling Shipping Emissions with International Commitments on Climate Change ». *Carbon Management* 3, n° 6 : 615-628.

Bigard C., Regnery B., Pioch S., Thompson J., 2018. « De la théorie à la pratique de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) : éviter ou légitimer la perte de biodiversité ? ». *Développement durable et territoires*, n° Vol. 9, n°1 : 20.

Chabot G., 1946. « Les principaux types de ports de commerce ». *L'Information Géographique*, vol 10, n°1 : 30-32

Coello J., Williams J., Hudson D., Kemp S., 2015. « An AIS-based approach to calculate atmospheric emissions from the UK fishing fleet ». *Atmospheric Environment* 114: 1-7.

De Rousiers P., 1909. « Les grands ports de France. Leur rôle économique ». Armand Colin, Paris.

Dongsheng C., Wang X., Nelson P., Li Y., Zhao N., Zhao Y., Lang J., Zhou Y., Guo X., 2017. « Ship emission inventory and its impact on the PM2.5 air pollution in Qingdao Port, North China ». *Atmospheric Environment* 166 : 351-61.

Dubreuil, D., 2005. « Le triptyque portuaire est-il toujours pertinent ? L'exemple des services maritimes de cabotage ». *Flux*, n° 59 : 48-56.

Eide M., Longva T., Hoffmann P., Endresen Ø., Dalsøren S., 2011. « Future cost scenarios for reduction of ship CO2 emissions ». *Maritime Policy & Management* 38, n° 1: 11-37.

Eyring, V., Köhler H., Van Aardenne J., Lauer A., 2005. « Emissions from International Shipping: 1. The Last 50 Years ». *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 110, n° 17 : 12.

Lister J.R., Poulsen T., Ponte S., 2015. « Orchestrating transnational environmental governance in maritime shipping ». *Global Environmental Change* 34 : 185-195.

Marcadon J., 1999. « Les ports de commerce, l'environnement et la gestion intégrée du littoral ». *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 76-2 : 204-211.

Mat N., 2005. « Dynamiques de transition dans les espaces portuaires. Apport de l'écologie industrielle et territoriale aux processus d'adaptation vers une société bas-carbone ». Thèse de Doctorat, Ecole des Mines de Saint-Etienne : 248.

McKinnon A.C., 2016. « Freight Transport Deceleration: Its Possible Contribution to the Decarbonisation of Logistics ». *Transport Reviews* 36, n° 4 : 418-436.

Morten W., Christensen J., Plejdrup M., Ravn E., Eriksson O., Kristensen H., 2014. « Emission inventories for ships in the arctic based on satellite sampled AIS data ». *Atmospheric Environment* 91 : 1-14.

Nalebuff, B. J., & Brandenburger, A. M., 1997. « Co-opetition: Competitive and cooperative business strategies for the digital economy ». *Strategy & leadership*, 25(6) : 28-33.

Rehmatulla N., Parker S., Smith T., Stulgis V., 2017. « Wind technologies: Opportunities and barriers to a low carbon shipping industry ». *Marine Policy* 75: 217-226. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.12.021>.

Rojon I., Dieperink C., 2014. « Blowin' in the Wind? Drivers and Barriers for the Uptake of Wind Propulsion in International Shipping ». *Energy Policy* 67 (avril 2014): 394-402.

Schwanen T., Banister D., Anable J., 2012. « Rethinking habits and their role in behaviour change: the case of low-carbon mobility ». *Journal of Transport Geography*, Special Section on Theoretical Perspectives on Climate Change Mitigation in Transport, 24 : 522-532.

Thanopoulou H., Pettersen Strandenes S., 2015. « Turning down the volume? Prospects of structural changes in international energy seaborne trade ». *Research in Transportation Business & Management*, Energy Efficiency in Maritime Logistics Chains, 17 : 8-13.

Vigarié A., 1964. « Les grands ports de commerce de la Seine au Rhin ». SABRI, Paris : 714.