



HAL
open science

Contribution à l'évaluation de la performance économique des ports et terminaux à conteneurs: Cas du port Tanger Med

Azzelarab Zaoudi Mouagni

► **To cite this version:**

Azzelarab Zaoudi Mouagni. Contribution à l'évaluation de la performance économique des ports et terminaux à conteneurs: Cas du port Tanger Med. Economies et finances. Faculté des Sciences Economiques Juridiques et Sociales de Tanger, 2018. Français. NNT: . tel-02135507

HAL Id: tel-02135507

<https://theses.hal.science/tel-02135507>

Submitted on 21 May 2019

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.

**Royaume du Maroc
Université Abdelmalek ESSAÂDI
Faculté des Sciences Juridiques,
Économiques et Sociales de Tanger**



كلية العلوم القانونية والاقتصادية
والاجتماعية - طنجة
FSJES TANGER

Thèse en vue de l'obtention de grade de
docteur en sciences économiques et gestion

**CONTRIBUTION À L'ÉVALUATION DE LA
PERFORMANCE ÉCONOMIQUE DES PORTS ET
DES TERMINAUX À CONTENEURS :
CAS DE PORT TANGER-MED**

Thèse

**Présentée et soutenue par :
ZAOUDI MOUAGNI AZZELARAB**

Samedi 13 Janvier 2018

Dirigée par :

Pr IHADIYAN ABID

Membres de Jury :

Pr IHADIYAN ABID PES à la FSJES de Tanger
Président et Directeur de thèse

Pr LAGHZAOUI FADOUA PES à la FSJES de Tanger
Suffragante

Pr ZOUIRI HASSANE, PH à la FSJES de Rabat
Suffragant

Pr TAÂCHA EL HASSAN, PH à la FSJES de Tanger
Suffragant

Année Universitaire : 2017 - 2018

L'Université Abdelmaled Essadi n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions sont propres à l'auteur.

Dédicaces

À ma chère maman Farida Bakkali, à mon cher papa Mohammed Zaoudi,

À mes biens aimés, ma femme, mon fils et ma fille :

Laila Reklaoui

Ayman et Mayar

Résumé

La révolution de la conteneurisation a joué un rôle pivot dans le développement du marché des lignes régulières, depuis lors, les ports et terminaux à conteneurs ne cessent d'évoluer dans un environnement de concurrence féroce. Les transporteurs maritimes souffrent principalement des contraintes de la surcapacité et du faible taux de fret, cherchent à optimiser leur flux de *global supply chain* en mettant en place un ensemble de stratégies appropriées. Dans ce contexte, les structures portuaires de production et de coût évoluent très rapidement et la mesure de performance est devenue un examen d'intérêt majeur. Cette recherche vise à évaluer la performance économique des ports et terminaux à conteneurs, et ce, à travers le critère d'efficacité et de productivité. L'échantillon comprend 22 ports et 33 terminaux à conteneurs de la région de la Méditerranée. L'approche employée est quantitative. Selon la méthode *Stochastique Frontier Analysis* (SFA), l'inefficacité technique domine le modèle de performance économique des ports de la région. Selon le paramètre μ , une représentation de l'efficacité selon une distribution semi-normale tombe parfaitement adéquate pour l'industrie portuaire. Selon la méthode *Data Envelopment Analysis*, les terminaux à conteneurs sont relativement plus efficaces que les ports étudiés. En revanche, la majorité des ports et terminaux de l'étude résultent efficaces à l'échelle, ceci implique que les ports et terminaux de la région méditerranéenne ne rencontrent pas un problème relatif à la taille, mais plutôt un problème de management. Le facteur exogène du commerce de la Chine influe pour une grande part sur la prospérité du trafic des ports et terminaux de la Méditerranée. Par ailleurs, la relation entre capacité-demande-efficacité est forte. Le suremploi et le sous-emploi des ressources portuaires s'activent constamment suite à l'amorçage des projets d'extension. L'intensité du capital technique est envisagée dans le cadre des stratégies particulières menées par les différents ports. Les terminaux gérés souvent par les *stevedores* donc relevant du domaine privé résultent un peu plus efficaces que les ports qui faisant référence souvent aux autorités portuaires donc relevant du domaine public. La localisation géographique semble avoir un impact positif sur le trafic portuaire contrairement aux dires de la littérature. Les terminaux à conteneurs de la région qui opèrent dans le transbordement sont plus performants que les terminaux Gateway.

Mots-clés :

Performance économique, efficacité technique, taille optimale, productivité, SFA, DEA.

Abstract

The containerization revolution has played a pivotal role in the development of the regular lines market. Since then, ports and container terminals have continued to evolve in an environment of fierce competition. Maritime carriers and ship-owners suffer mainly from the constraints of overcapacity and low freight rates, seeking to optimize their flow of global supply chain by putting in place a set of appropriate strategies. In this context, the port structures of production and cost evolve swiftly, so the performance measure has become of major interest. This research aims to assess the economic performance of ports and container terminals, and this, through the criterion of efficiency and productivity. The sample comprises 22 ports and 33 container terminals in the Mediterranean region. The approach used is quantitative. According to the Stochastic Frontier Analysis (SFA) method, technical inefficiency dominates the economic performance model of ports in the region. According to the parameter μ , a representation of the efficiency according to a half-normal distribution falls perfectly adequate for the port industry. According to the Data Envelopment Analysis method, container terminals are relatively more efficient than the ports studied. On the other hand, the majority of the ports and terminals of the study are efficient at the scale; this implies that the ports and terminals of the Mediterranean region do not encounter a problem relating to the size, but rather a problem of management. The exogenous factor of China's trade has a large influence on the prosperity of the Mediterranean port and terminal traffic. In addition, the relationship between capacity-demand-efficiency is strong. The over-utilisation and under-employment of port resources is constantly being activated following the initiation of extension projects. The intensity of technical capital is considered within the framework of the specific strategies carried out by the different ports. Terminals often managed by the stevedores, thus belonging to the private domain, are a little more efficient than the ports which often refer to the port authorities, thus belonging to the public domain. Geographical location seems to have a positive impact on port traffic contrary to the literature. Container terminals in the region that operate in transshipment perform better than Gateway terminals.

Keywords:

Economic performance, technical efficiency, optimal size, productivity, SFA, DEA.

Remerciements

À l'issue de la rédaction de cette recherche, je suis convaincu qu'un travail de thèse ne peut aboutir sans le soutien d'un grand nombre de personnes dont la générosité, l'amabilité, l'ouverture d'esprit et la bienveillance ainsi que l'intérêt manifesté à l'égard de ma recherche m'ont permis d'aller jusqu'au bout.

Après Allah Subhanah...

Je tiens tout d'abord à remercier et exprimer toute ma gratitude à mon directeur de thèse Monsieur IHADIYAN ABID, PES à la faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales de Tanger, d'avoir accepté de diriger les travaux de cette thèse, pour ses conseils précieux et pour avoir consacré de son précieux temps pour m'écouter, me comprendre et m'orienter, ainsi que pour sa relecture finale méticuleuse de cette thèse qui m'a permis sans doute de préciser mon propos et d'améliorer la qualité de ce manuscrit. Je vous remercie infiniment pour la disponibilité et le suivi permanent des travaux de cette recherche.

J'adresse mes sincères remerciements à Mme LAGHZAOUI FADOUA, PES à la FSJES de Tanger d'avoir accepté de participer au Jury, d'avoir examiné cette thèse et pour l'intérêt qu'elle a porté à mon travail.

Je souhaite exprimer toute ma reconnaissance à M. HASSANE ZOUIRI, PH à la FSJES de Rabat d'avoir accepté d'examiner ce travail, je n'oublierai jamais son aide, depuis son encadrement de mon mémoire de master, il n'a cessé de me recommander pour faire des études de cycle doctoral, sans lui je n'ai pu réaliser ce travail.

Mes remerciements vont également à Monsieur. TAÂCHA EL HASSAN, PH à la FSJES de Tanger, d'avoir accepté de participer au Jury et pour avoir examiné ce travail.

Je vous exprime toute ma gratitude.

Je souhaite exprimer mes vifs remerciements à tous les professeurs du Groupe de Recherche en Économie et Territoire, qui nous ont prodigué maints conseils pour l'accomplissement des travaux de thèses lors des séminaires, pour nous donner cette opportunité de présenter nos

états d'avancement et de supprimer les doutes vis-à-vis de nos démarches. Ces remerciements s'adressent également à mes collègues pour leurs collaborations et appréciations utiles lors de mes présentations ainsi que pour les bons moments que nous avons passé ensemble dans une ambiance assez chaleureuse.

Mon travail de recherche a été particulièrement facilité par l'aide d'un bon nombre de personnes au sein de port Tanger-Med. Je souhaite exprimer mes vifs remerciements à toute l'équipe Eurogate, je vous remercie tous et toutes.

Je remercie tous les enseignants et professeurs durant toute ma carrière scolaire et universitaire, de m'avoir insufflé motivation, bonheur et espoir.

Enfin, tous mes remerciements vont à ma famille et mes amis, je remercie mon père pour toute la vie que j'ai pu avoir, mon correcteur de langue française, pour tous ses sacrifices avec moi et ses accompagnements, je considère sa bénédiction comme sacrée pour compléter n'importe quel de mes succès. Je remercie ma mère, sa présence, sa tendresse, ses encouragements sont pour moi les piliers fondateurs de ce que je suis et de ce que je fais, elle est mon inspiratrice et sa bénédiction m'est d'autant beaucoup sacrée : Mon paradis est sous ses pieds.

Je tiens à remercier très chaleureusement ma femme, pour son soutien quotidien indéfectible et son attention particulière et son enthousiasme à l'égard de mon travail comme à la vie en général. Notre couple a grandi en même temps que mon projet de thèse.

Un grand merci à mes frères et sœurs qui avec cette question récurrente "quand est-ce que tu vas terminer cette thèse?", bien qu'angoissante notamment dans les périodes de doutes, ils m'ont permis de ne jamais perdre de vue quant à l'objectif de poursuivre et d'aboutir ce travail.

Mes remerciements vont également à ma belle-famille, pour leur soutien et encouragement.

Un grand merci à tous mes amis.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux ou celles qui ont cru en moi. Que ceux que j'ai omis me pardonnent... ! À tous, toutes mes reconnaissances.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE I. LES PORTS ET TERMINAUX À CONTENEURS DANS L'ÉCONOMIE DE TRANSPORT MARITIME.....	13
<i>Introduction.....</i>	<i>14</i>
<i>SECTION I: L'évolution de l'industrie du transport maritime.....</i>	<i>20</i>
<i>SECTION II: Structure des coûts du shipping business : concept d'économie d'échelle.....</i>	<i>39</i>
<i>SECTION III: La compétitivité et le rôle des ports et terminaux à conteneurs.....</i>	<i>50</i>
<i>Conclusion du chapitre I.....</i>	<i>92</i>
CHAPITRE II. LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE : FONDEMENTS CONCEPTUELS ET REVUE DE LITTÉRATURE.....	93
<i>Introduction.....</i>	<i>94</i>
<i>SECTION I: Analyse économique des ports/terminaux dans la méditerranée : cas tanger-med.....</i>	<i>94</i>
<i>SECTION II: Performance économique : fondements conceptuels et principes directeurs.....</i>	<i>119</i>
<i>SECTION III: Revue de littérature de la performance : de l'émergence à son introduction dans le milieu portuaire</i>	<i>131</i>
<i>Conclusion du chapitre II.....</i>	<i>149</i>
CHAPITRE III. ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE PORTUAIRE, APPROCHES THÉORIQUES ET RÉSULTATS EMPIRIQUES.....	151
<i>Introduction.....</i>	<i>152</i>
<i>SECTION I: Méthodologie et définition des modèles.....</i>	<i>152</i>
<i>SECTION II: Évaluation et benchmark de la performance économique des ports à conteneurs de la méditerranée</i>	<i>167</i>
<i>Conclusion du chapitre III.....</i>	<i>201</i>
CHAPITRE IV. MESURE DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE ET D'ÉCHELLE DES PRINCIPAUX TERMINAUX À CONTENEURS DE LA MÉDITERRANÉE ET DE TANGER-MED.	204
<i>Introduction.....</i>	<i>205</i>
<i>SECTION I: Évaluation et benchmark de la performance économique des terminaux à conteneurs... </i>	<i>207</i>
<i>SECTION II: Analyse comparative de performance et politiques portuaires.....</i>	<i>231</i>
<i>SECTION III: Analyse de la productivité logistique des terminaux : étude empirique de cas tanger med258</i>	<i>258</i>
<i>Conclusion du chapitre IV.....</i>	<i>274</i>
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	277

Abréviations

CMF : Commission Maritime Fédérale

CNUCED : Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le développement

CRS : Constant Return to Scale

CRSTE : Constant Return to Scale Technical Efficiency

CSCL : China Shipping Container Line

DEA : Data Envelopment Analysis

ET : Efficacité technique

EU : États-Unis

EVP : Equivalent Vingt Pieds

i.i.d : Identiquement et indépendamment distribué

IMDG : International Maritime Dangerous Goods

IMO : International Maritime Organization

ISO : International Standard Organization

ISPS : International Ship and Port Security

ITF : International Transport Federation

MARPOL : Marine Pollution

MSC Mediterranean Shipping Company

OCDE : Organisation de Coopération et de Développements Economiques

OMC : Organisation Mondiale du Commerce

OPEP : Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole

PIB : Produit Intérieur Brut

RNB : Revenu National Brut

Ro-Ro : Roll-On Roll-Off

SFA : Stochastic Frontier Analysis

SOLAS : (Convention international) Safety On Life At Sea

TC : Terminal à conteneurs

Teu : Twenty Equivalent Unit

TPL : Tonnes Port en lourd

UASC : United Arab Shipping Company

UE : Union Européenne

UNCTAD : United Conference on Trade and Development

VRS : Variable Return to Scale

VRSTE : Variable Return to Scale Technical Efficiency

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Actuellement, les ports et terminaux à conteneurs opèrent dans un environnement très compétitif. Ce sont désormais des acteurs incontournables pour la chaîne logistique globale et le commerce international. La viabilité du secteur portuaire dépend principalement de leurs degrés de performance. Dans ce contexte, une évaluation de leurs performances économiques s'avère un examen de tout intérêt.

Les ports et terminaux à conteneurs ne cessent d'évoluer afin de répondre aux besoins des clients et aux exigences du marché dont ils sont insérés et pour répondre aussi à un certain nombre d'objectifs qui leur sont attribués. Jadis, lorsque la chaîne logistique portuaire fut méconnue et rudimentaire, Mclean avait observé le manque flagrant de la performance au niveau de la manutention de ses camions nécessitant de longues journées de travail et qui ne terminent presque jamais sans dommages aux marchandises.

Maclean avait pensé alors à tout mettre dans de grandes boîtes de métal, ce sont les conteneurs d'aujourd'hui, cela lui permettra de les débarquer et de les embarquer dans des navires en moindre mouvement et moindre effort. L'idée fut géniale que 30 ans plus tard la fameuse révolution de la conteneurisation a eu lieu. Les choses ne peuvent s'arrêter là puisque les grandes boîtes métalliques nécessitent des engins encore plus sophistiqués pour leurs chargements et déchargements idem pour augmenter la performance de la chaîne logistique maritime et portuaire. Le progrès technique contribue à l'amélioration de la performance et de l'efficacité maritime portuaire.

Aujourd'hui, nul ne peut penser que le monde est arrivé à un stade de développement final, l'innovation n'est qu'un simple témoin que la boucle est infinie, le progrès ne puisse s'achever là et chaque fois de nouvelles idées poussent encore et encore les limites.

La technologie bouleverse le monde portuaire et la chaîne logistique de telle sorte qu'elle fait du port un monde très fascinant qui incarne l'esprit de la pure créativité et innovation; il suffit lorsqu'on s'approche du port de jeter l'œil de plus loin pour apercevoir les monstrueuses grues de mer d'une technologie de pointe connue par *super post panamax*, ainsi que les gigantesques porte-conteneurs, la plateforme portuaire est aussi fascinante et dynamique, beaucoup d'engins de gerbage y bougent pour transporter le conteneur du navire au quai et ensuite à la zone de stockage dans un mouvement de va-et-vient incessant.

Les ports fonctionnent sans arrêt pour satisfaire le besoin en commerce international. Le transport maritime, comme étant le principal objet de la logistique maritime, s'est modernisé vertigineusement, dorénavant un effet de gigantisme et de globalisation s'installe, depuis les navires de 2000 evp de capacité, des navires d'immense taille embarquent chaque jour sur la scène internationale, les porte-conteneurs tels que Bougainville, MSC Oscar, etc. excèdent désormais les 19 000 evp.

Toutefois, dire les choses ainsi fait cacher une réalité très complexe, il faut penser que chaque port est conçu dans une logique donnée : des objectifs spécifiques, une configuration propre, un type de fret donné, des navires spécialisés, des moyens techniques spéciaux, des processus différents, un style d'administration, de contrôle et de propriété distincts, etc. pourtant une chose est sûre, les ports et terminaux portuaires doivent fonctionner en toute efficacité et productivité pour assurer leur pérennité.

Par ailleurs, la théorie d'économie et du management logistique, principalement celle relative au concept de la performance a gagné en popularité dans la dernière décennie comme un domaine de recherche scientifique à part entière; un nombre de publications et d'ouvrages sur la performance et ses formes telles que l'efficacité et la productivité se répandent dans le milieu scientifique et professionnel portuaire.

Un retour à la terminologie et du domaine de la performance est nécessaire. Le cadre théorique est une pierre angulaire dans tout travail de recherche, toutefois, il n'existe pas de consensus sur la définition de chaque terme, la performance, idem, l'efficacité sont des concepts relatifs, utilisés avec trop de nuance et dépendamment de l'objet d'étude et du domaine dans lequel le terme est exploité.

En fait nous pouvons dire d'après notre recherche documentaire que l'efficacité concerne cette atteinte des objectifs assignés où le terme est utilisé dans un sens plus large incluant le concept d'efficience dans la plupart des documents francophones, c'est-à-dire cette capacité d'utiliser moins de ressources; bref l'efficience est un cas spécifique de l'efficacité (cas général), par contre les Anglo-saxons utilisent plus le terme *efficiency* qui renvoie souvent dans les travaux francophones à l'efficacité au lieu de l'efficience, et exploitent peu le terme *effectiveness* comme traduction à la lettre du terme efficacité.

La performance, de sa part s'inscrit souvent dans le cadre de *benchmarking*, la performance est considérée comme l'exploit, le résultat remarquable obtenu suite à un processus donné, le terme en anglais peut avoir plusieurs acceptions, dans ce sens, la performance n'est pas toujours un succès, mais tout simplement une prestation qu'elle soit de bonne performance ou de contreperformance, dans notre thèse, nous évaluons la performance dans le sens de *benchmarking* selon deux critères, ceux de l'efficacité et de la productivité.

Les ports et terminaux portuaires jouent un rôle crucial dans l'industrie maritime, installés sur le littoral, ils desservent l'avant-pays et l'arrière-pays selon la vocation du port/terminal donné. Ces ports et terminaux diffèrent selon la fonction, la structure de propriété et de coût, la loi de l'offre et de la demande du marché etc. et en industrie maritime et portuaire, on tend à raisonner parfois comme s'il s'agit d'un seul marché, alors qu'en réalité le secteur comprend plusieurs segments de marché qui diffèrent sur le plan de plusieurs aspects.

Ces segments subissent souvent le même sort mais pas toujours, une augmentation du prix dans le segment pétrolier (\$/baril) aura indéniablement des incidences sur le taux de fret des autres segments, dans de telle circonstance le prix tend à croître, toute chose étant égale par ailleurs, l'augmentation du taux de fret (prix de transport) implique une baisse de la demande au niveau des pays importateurs, cela nous rappelle du fait historique de l'augmentation du prix de baril à des niveaux jamais atteint en 2006, qui a impacté d'autant plus les autres segments du marché maritime.

Un autre fait saillant dans l'histoire de l'économie en générale et de commerce et transport international en particulier, c'est celui de la crise financière de 2008 (*morgage subprimes crisis*), suite à laquelle le secteur maritime a été déstabilisé complètement, mais encore certains segments n'ont pas réagi de la même manière comme celui des minerais de fer qui a pu se redresser avec une gymnastique étonnante.

Pour le secteur des conteneurisés, la crise a certes freiné la croissance de la demande, les transporteurs maritimes du secteurs ont mis en place une panoplie de stratégies pour assurer leurs compétitivités en réagissant sur leurs offres, et ce, par élargissement des capacités de navires, globalisation de leurs services, l'organisation en système de conférence, de consortiums et d'alliance stratégique, le *low-steaming* (réduction de la vitesse de navires) etc.

L'analyse de la conjoncture économique dans laquelle évoluent les ports et terminaux à conteneurs semble d'un intérêt majeur, elle permet de détecter les opportunités et les menaces dont repose le shipping business.

Depuis l'introduction des conteneurs ISO (de dimension standard) en 1960, le secteur de conteneurisés ne cesse de prospérer, la CNUCED estime en 2014 un trafic mondial d'environ 684 millions evp (CNUCED, 2015) (Voir annexe 1).

Dans ce contexte, les compagnies maritimes recherchent des ports/terminaux les mieux placés c'est-à-dire sur des routes les plus alimentées en termes de trafic de marchandises conteneurisées. La route Est – Ouest reliant les pôles de la triade¹ est la plus dynamique devant pour la première fois en 2007 la route de Transpacifique reliant l'Asie à l'Amérique. Ceci est dû notamment à la prédominance de la Chine dans le commerce euro-méditerranéen particulièrement suite à son adhésion à l'OMC en 2001 (Annexe 2).

De nouvelles contraintes se sont apparues avec la surcapacité. Cette dernière se traduit par une augmentation supérieure démesurée de l'offre par rapport à la demande, les ports/terminaux ne cessent de chercher à apporter des réponses satisfaisantes à leurs clients, ils essayent de soit diminuer le coût de la manutention pour avoir un avantage compétitif sur cet aspect pécuniaire soit améliorer la qualité du service en réduisant le temps de séjours de navires, donc en augmentant la productivité (opérative).

Dans la conception des ports/terminaux, le management doit alors trouver le juste milieu entre ressources employées et objectifs à atteindre. Compte tenu des conjonctures et de l'évolution du marché, le management portuaire doit assurer des investissements adaptés à la production actuelle ou de *forecast*, de nombreux travaux identifient l'issue de conception du port/terminal et d'acquisition d'infrastructure et des biens technologiques (équipements) comme une décision de première instance; et il ne suffit pas d'investir initialement lors de la mise place du projet sinon de faire le suivi tout au long du cycle afin d'actualiser ses compétences. Le pilotage et l'évaluation de la performance sont impératifs, une tâche très ardue.

¹ La triade désigne en géographie économique les trois pôles qui dominent actuellement l'économie mondiale : l'Asie orientale, l'Europe occidentale et l'Amérique du Nord.

Les ports faisant référence souvent aux autorités portuaires, et les terminaux portuaires faisant référence aux stevedores sont de plus en plus sous pression concurrentielle, ils sont à la quête perpétuelle de la performance afin de répondre aux aspirations des parties prenantes et pour contribuer à la compétitivité au niveau international (Tongzon 1989), d'ailleurs c'est dans cette logique qu'a été créé ex nihilo le port Tanger-Med.

Les ports/terminaux ont été considérés pendant longtemps comme un maillon faible de la *supply chain* maritime, nécessitant alors l'intervention de toutes les intelligences économiques pour repenser ses méthodes de gestion afin d'éviter de préjudicier la chaîne logistique globale, pourtant les différences qui existent dans chaque segment du secteur portuaire posent un problème de mesure d'efficacité.

Cette question de mesure est soulevée chaque fois qu'on essaye de procéder à l'évaluation de la performance portuaire, la difficulté provient principalement, 1) de l'évolution continue du secteur, 2) des différentes approches de mesures et 3) des différences d'objectif et du sens que recherche chacun. Les contraintes de trouver des standards de mesures émanent des myriades d'indicateurs usurpés en matière d'efficacité et d'efficience.

Le rapport de la CNUCED (1987) met l'accent sur l'importance de mesurer l'efficacité portuaire, il conclut que les travaux actuels sur la productivité (économique) sont en somme tous insatisfaisants. Le rapport de la CNUCED rappelle que tout effort consacré à l'analyse de l'efficacité est formidable étant donné, les nombreux paramètres et variables, qui entrent en jeu.

Les méthodes classiques ne sont plus suffisantes pour mettre en œuvre une évaluation de la performance, le progrès de nouvelles méthodes est notable en la matière, la méthode *Stochastic Frontier Analysis* et la méthode *Data Envelopment Analysis* ont tous leurs mérites d'être le succès de plusieurs travaux d'évaluation et d'analyse. Ces méthodes s'inscrivent dans le cadre des approches paramétriques et non paramétriques avec des particularités propres quant à l'utilisation de l'une ou de l'autre méthode; les deux permettent d'identifier une frontière représentant les meilleures pratiques du marché (*best practices*) et le choix est souvent arbitraire.

Cette thèse a pour objectif d'évaluer la performance des ports et terminaux à conteneurs de la Méditerranée, en reposant principalement sur l'efficacité et la productivité, nous comptons nous baser sur les informations physiques qui représentent l'investissement dans ces ports/terminaux. Nous profitons de l'avantage que présentent les méthodes économétriques et de programmation linéaire qui permettent de faire l'évaluation de la performance sans nécessairement disposer des informations sur les prix et d'estimer une frontière représentant les meilleures pratiques du marché.

Notre recherche distille les facteurs déterminants de la performance en output et il s'agit de trafic portuaire en evp et les inputs représentent les ressources du port/terminal en infrastructures et équipements. Nous examinons l'impact du changement technologique sur l'efficacité technique portuaire et terminaliste en nous servant des données de série temporelle (donnée de panel).

Cette recherche vise en d'autres termes à évaluer l'efficacité technique et l'efficacité d'échelle des ports/terminaux de l'échantillon afin de déterminer les facteurs qui influent sur la performance portuaire, nous cherchons à comprendre l'impact du management sur la performance des ports et terminaux portuaires.

Nous examinons l'efficacité économique portuaire en mettant en évidence l'écart entre l'efficacité technique et la taille dont opèrent les ports, et ce, par la technique du *benchmarking*, notre approche est quantitative, la méthode usurpée dans la thèse permettra de distinguer les facteurs qui sont sous le contrôle du management portuaire de ceux qui en résultent hors de sa portée. La compréhension de l'ensemble des facteurs influant la performance aidera dans la prise de décision d'investissement, ainsi que dans la configuration et désign du port et dans l'implémentation d'une régulation portuaire.

Dans ce cadre, notre **problématique de recherche** se résume en deux principales questions :

- *Quels sont les facteurs explicatifs de la performance économique du port Tanger-Med en comparaison aux ports de la Méditerranée ?*
- *Quels sont les sources d'inefficacités portuaires et des terminaux à conteneurs dans la région méditerranéenne ?*

En effet, **il s'agit de s'interroger** sur :

- Les déterminants de la performance économique du port à conteneurs et des terminaux à conteneurs ;
- L'impact du changement technologique sur la performance portuaire ;
- L'impact du management sur la performance portuaire ;
- Les différentes stratégies d'investissements des ports et terminaux à conteneurs ;
- L'évolution de l'efficacité technique des ports dans le temps ;
- L'impact de la catégorie du terminal sur la performance des terminaux à conteneurs ;
- L'impact de la taille des ports et des terminaux à conteneurs sur la performance ;

À partir de cette problématique **plusieurs hypothèses** peuvent être émises :

- Toutes les autres choses étant égales par ailleurs, le niveau d'investissement en infrastructures des ports et des terminaux à conteneurs influencent positivement la performance économique dans la région de la Méditerranée.
- L'inefficacité portuaire devrait être due à des variables hors contrôle du management de l'entreprise qu'à des variables propres au processus interne du management des entreprises portuaires.
- La performance économique est expliquée plutôt par des facteurs liés à la gestion de l'entreprise qu'à des facteurs liés à la taille des ports/terminaux.

- Les ports à conteneurs produisent sous la technologie rendements d'échelle décroissants et les terminaux opèrent sous la technologie rendements d'échelle croissants ou constants toujours dans la Méditerranée.
- Le système de transbordement devrait améliorer l'efficacité technique des terminaux à conteneurs que le système de transit gateway.

La structure de la thèse se défile comme suite :

Introduction générale

Chapitre I : Les ports et terminaux à conteneurs dans l'économie de transport maritime

Chapitre II : La performance économique, fondements conceptuels et revue de littérature

Chapitre III : Évaluation de la performance économique des ports de la Méditerranée, approches théoriques et résultats empiriques.

Chapitre IV : Mesure de l'efficacité technique des principaux terminaux à conteneurs de la Méditerranée et de Tanger-Med

Conclusions générale.

Dans un premier temps, l'objectif principal est d'analyser le contexte global de l'industrie maritime dans lequel évoluent les ports et les TC. Nous visons d'illustrer et de décrire les concepts de base de l'économie du transport maritime.

Le premier chapitre met en avant un panorama sur l'industrie maritime, son évolution et ses tendances actuelles, nous mettons en évidence des notions très fines à l'analyse économique de l'industrie de transport maritime, ainsi les notions de la demande dérivée, de la flotte active, de l'économie d'échelle et de taille optimale seront mises en exergue. Nous discutons la compétitivité dans le secteur maritime avec un focus sur la révolution de la conteneurisation, nous mettons l'accent sur le rôle, les fonctions, la structure de production et les configurations des ports et des TC dans la *supply chain* maritime.

Dans le deuxième chapitre, nous cherchons à introduire les approches d'économie des frontières, nous définissons une terminologie primordiale au développement de notre thèse, celle de performance économique à travers les concepts d'efficacité technique, d'échelle et économique, ainsi que le concept de productivité.

Nous étalons une revue de littérature relative à l'utilisation des méthodes paramétriques et non paramétriques dans le domaine portuaire et terminaliste particulièrement la méthode *Stochastique Frontier Analysis* et *Data Envelopment Analysis*. Nous présentons les principales recherches et travaux récents de la littérature en matière de domaine du transport des conteneurs.

Nous présentons la littérature du domaine en trois principaux volets, le premier est relatif aux buts et objectifs des travaux de recherches existantes, le second concerne la spécification des variables outputs, inputs et facteurs exogènes et le troisième concerne les modèles et méthodes d'estimations.

Le troisième chapitre traite de l'évaluation de la performance économique dans les ports à conteneurs en Méditerranée et Tanger-Med.

Dans un premier temps, nous décortiquons la méthodologie de recherche sur la base de la littérature développée à priori, nous spécifions les variables et nous définissons les mesures d'évaluation quant à l'output, l'input et la variable exogène pour les ports et TC. Nous

définissons le cadre d'étude en mettant en avant la méthode utilisée, les types de données (*Panel* ou *coupe transversale*), les hypothèses et enfin le paramétrage des modèles.

Ce chapitre s'inscrit dans le cadre de l'objectif principal poursuivi dans cette thèse c'est-à-dire celui d'évaluer la performance économique en termes d'efficacité technique et d'échelle, il est, alors, primordial pour l'étude empirique. Nous démontrons les calculs des scores d'efficacité technique et d'échelle dans le cadre de la méthode SFA et DEA.

Nous distillons un grand nombre de références en notes de bas de page tout au long de ce travail. Elles approfondissent les définitions des concepts et terminologies. Elles renvoient aussi bien à des articles de recherche fondateurs qu'à des développements récents ou encore à des ouvrages spécialisés dans le domaine portuaire et terminaliste offrant un complément utile aux arguments que nous proposons.

Nous justifions la méthode quantitative adoptée : *Stochastique Frontier Analysis*, nous présentons l'échantillon des ports objet de l'étude, ensuite, nous exposons les résultats empiriques de cette recherche avec une analyse profonde et judicieuse de l'impact de la variable exogène qui est de volume du commerce de la chine sur la technique de production et sur l'inefficacité technique des ports dans le cadre des données de panel (*Panel data*). Nous détaillons les différents modèles concurrents à l'évaluation et à l'analyse de la performance économique.

En fait, dans ce troisième chapitre, nous chercherons à analyser les facteurs déterminants de la performance économique du port, leur efficacité technique, les élasticités de production ainsi que les stratégies d'investissements.

Dans le quatrième chapitre, nous évaluerons la performance économique des terminaux à conteneurs à l'aide de la méthode *Data Envelopment Analysis*, et ce, en nous servant des données de type coupe transversale (*Cross sectionnel*). Nous analyserons l'impact de la variable exogène de la localisation géographique et la catégorie du terminal sur la performance. Nous procéderons, dans le cadre d'un benchmark, à une analyse comparative entre les ports et les terminaux en termes d'efficacité technique et d'échelle.

Nous proposons d'analyser la taille optimale des ports/terminaux à conteneurs dans le cadre des rendements d'échelle croissants/constants/décroissants, nous présentons des études de cas des ports et terminaux de différents niveaux et mix des inputs, dont Tanger-Med.

Nous illustrons les frontières d'efficacité économique avec visualisation des écarts entre efficacités en termes de gestion et efficacité en termes de taille. Nous passons en revue les diverses politiques et régulations portuaires qui intéressent les ports/terminaux à conteneurs de la Méditerranée.

Nous examinerons ensuite le concept de la productivité logistique (opérationnelle) dans le cadre du modèle de la CNUCED 2012, cas du port Tanger Med.

CHAPITRE I.

LES PORTS ET TERMINAUX À CONTENEURS DANS L'ÉCONOMIE DE TRANSPORT MARITIME

Introduction

L'industrie maritime est hétérogène : une variété de cargaison, diverses fonctions de navires, différentes méthodes de production (d'opération), des modes distincts de régulations et de contrats caractérisent le secteur maritime. Ce dernier a connu des phases de développements distinctes, son évolution dans le temps marque son histoire.

L'économie de transport maritime a de particulier dans la voie et le mode de transport : la mer et le navire. Cette branche d'économie nécessite de reconnaître certaines particularités quant à son application.

Le commerce international (CI) vu dans son sens large que dans son sens particulier demeure un élément essentiel à l'analyse de l'économie du transport maritime. Le CI permet d'assister à comprendre non seulement ce qui s'est passé sinon d'envisager le futur, d'élaborer des stratégies et de créer des attentes plausibles sur ce qui va se passer.

Il n'est pas aussi simple de définir ce qu'est une économie, un retour sur les concepts de base s'avère nécessaire. D'abord, le mot "économie", tout court, a été popularisé par les économistes néoclassiques tels qu'Alfred Marshall, le mot devient alors de façon concise synonyme de "sciences économiques" qui peut être considérée comme un substitut à l'expression "économie politique", le terme anglais est "*economics*", l'économie (comme d'autres sciences naturelles) a connu l'influence notable des méthodes mathématiques sur ses champs d'analyse.

L'économie lato sensu peut être comprise comme la situation économique d'un pays ou d'une zone, dans ce sens, l'économie est quasi synonyme du système ou de régime, lorsque l'économie résulte d'un phénomène extérieur au pouvoir de décision de l'agent économique d'une manière positive ou négative, on parle d'économie externe ou d'externalité. En français, on parle d'économie pour désigner l'épargne ou la réduction des dépenses, dans ce sens, l'économie est l'effet ou le résultat d'une organisation interne plus efficace (et efficiente), une réduction du coût moyen due à une augmentation de la dimension de l'entreprise constitue ce qu'on appelle en économie : une économie d'échelle ou économie de dimension, dans le sens contraire on peut parler de déséconomie d'échelle c'est-à-dire lorsque l'augmentation de la taille de l'entreprise concourt à une augmentation du coût moyen de la production.

L'économie s'appuie sur les théories économiques émises par différentes écoles de pensées ainsi que sur la gestion pour sa mise en pratique.

Malgré les myriades définitions qui existent dans la littérature, les économistes se consentent sur trois éléments qui forment la base de définition de l'économie, ces éléments sont 1) la rareté (*scarcity*), 2) demande (*demand*) et 3) choix (*choice*). Le challenge de l'économie consiste à subvenir au besoin illimité (ou demande illimitée) par des ressources limitées (ou ressources rares), ce qui correspond à trouver "l'équilibre". C'est à partir de ce point de pénurie de ressources que certains économistes ont qualifié l'économie d'une "science lugubre"².

L'économie maritime est l'application de l'analyse économique à toutes les fonctions impliquées dans le transport des hommes et des marchandises par la mer. *McConville* (1999) a défini l'économie maritime comme domaine d'étude concerné par la manière dont les ressources productives rares sont utilisées pour combler la séparation spatiale des pays internationaux le plus efficacement³. Le secteur maritime s'entend généralement dans le sens d'économie maritime pour désigner l'ensemble des emplois et activités économiques directement ou indirectement liés à la mer; ainsi les activités industrialo-portuaires de négoce et de la pêche sont des exemples parmi d'autres. L'économie maritime est toutefois tellement liée au domaine de la logistique globale maritime (*supply chain maritime logistics*)⁴. Les différentes définitions de l'économie maritime illustrent combien ce domaine est vaste et ses limites sont imprécises. Nous apportons des éclaircissements sur des concepts subtils en économie qui nous illumineront au long du chapitre. Nous évoquons certains des fondamentaux de l'analyse économique maritime :

Facteurs de production

Les économistes appellent ressources "facteur de production", le terme n'est pas limité à la matière première, mais il comprend aussi les services, l'infrastructure, le capital, la force de

² En 1849, l'historien écossais Thomas Carlyle désigna l'économie d'une science lugubre (*the dismal science*) : « Ce n'est pas une science gaie [...], [l'économie] est terne [...] et particulièrement abjecte et déprimante. Nous pourrions la qualifier, en guise de distinction, de science lugubre ».

³ McConville, *Economics of Maritime Transport*, 1999

⁴ *Understanding Maritime Economics regarding Port Financial Economics Essay*, March 2015. Ukessays.com

travail (physique et/ou mentale), l'entreprise⁵ ainsi que tout ce qui concoure à la production des biens et services.

Coût d'opportunité

Face à la problématique de la pénurie des ressources et demande insatiable, faire des choix devient indispensable. L'exemple d'une économie imaginaire qui ne produit que deux biens, le navire ou le blé, la construction navale (*shipbuilding*) nécessite d'utiliser certains facteurs de production disponibles qui ne peuvent être utilisés dans la production de blé, dans ce sens, on a sacrifié une quantité de blé qui a pu être réalisée par ces ressources et vice versa, une économie se trouve alors confronter au dilemme de faire le meilleur choix sachant qu'elle ne peut être sûre que ce choix est effectivement le meilleur; donc, le concept renvoi au fait de se rendre compte qu'en effectuant un choix, on renonce à d'autres qui avaient des gains associés (inférieurs ou supérieurs au gain réalisé avec le choix réalisé) alors que le concept de *profit économique* désigne pour sa part qu'un choix rapporte en plus par rapport aux autres options ou alternatives. Le coût d'opportunité est également appelé (mais rarement) : coût d'option, coût alternatif, coût de substitution ou coût de renonciation ou encore de renoncement.

Concept d'utilité

Les ressources utilisées dans la production créent ce que les économistes appellent "utilité". Le concept renvoie au principe selon lequel un bien n'est pas demandé pour lui-même sinon pour le besoin qu'il remplit pour son utilité, ou encore pour la satisfaction qu'elle génère. Dans un sens plus large, c'est le pouvoir du bien à générer du bien-être ou à accomplir ce qui est connu par "besoin réel" à la limite du besoin dit "solvable"⁶. L'objectif du processus de production consiste, dès lors, à accroître le nombre des produits capables de satisfaire des désirs humains, *de créer l'utilité*, il s'agit d'une idée complètement subjective du moment où la définition du besoin est relativisée voire contestée par l'existence de l'envie, de désir, du projet, de la vocation qui se distancie de la simple définition du besoin en tant que ce qui est nécessaire à l'être⁷ et nous en passons d'un débat dont toute une philosophie est étalée

⁵ L'entreprise est un élément essentiel des facteurs de production, elle sert à combiner tous les autres facteurs de production (que nous résumons en terre, travail, capital) en un processus de travail unique (modèle ou méthode de travail), comme les processus de production sont devenu très complexes, la méthode de travail est nécessaire et le besoin d'une meilleure organisation est devenu de plus en plus apparent.

⁶ Besoin pour lequel un individu est disposé et possède les moyens financiers pour payer.

⁷ La Grèce antique est connue pour la morale selon laquelle l'homme ne doit poursuivre que la satisfaction de ses besoins et non celles de ses désirs, le Stoïcisme repose en principe sur la sentence "limite-toi aux désirs que tu peux satisfaire".

derrière! Quand on achète un produit et dit qu'il vaut le prix qu'on a déboursé, ce qu'on entend dire réellement c'est que l'utilité obtenue de ce bien ou service mérite au moins le prix dépensé. Si l'on dit qu'on a acheté un produit au prix bon marché c'est qu'on estime qu'on a obtenu un produit de plus de valeur ou qualité par rapport au prix faible, peu élevé ou abordable qu'on a payé, l'évaluation est subjective du moment qu'elle s'appuie sur des "sentiments", il s'agit d'une évaluation qu'on peut qualifier de psychologique.

L'industrie et transport maritime concourent à la création de l'utilité de nombreuses façons, principalement de par le lieu et le temps, le développement considérable de la chaîne logistique du froid ne serait-ce qu'un exemple parmi des milliers d'autres pour constater l'utilité que génèrent la livraison et le transport maritime.

L'accessibilité de la marchandise dans certains lieux: par exemple, des fraises marocaines sont vendues dans des rayons de végétation et fruits dans un marché en Chine⁸ ou encore des tomates marocaines vendues dans un village en Arabie Saoudite. L'accessibilité de la marchandise dans certains temps, le fioul de chauffage à partir de l'Afrique de l'Ouest aux citernes dans un hangar en Norvège du Nord en hiver.

Le prix et la loi de l'offre et de la demande

L'utilité est un concept purement subjectif, afin de comparer des informations, il va falloir s'en servir d'un standard, d'une référence, d'un étalon, en économie la monnaie sert d'étalon.

En comparaison (entre divers produits ou services), il va falloir tenir compte de l'effet d'inflation⁹. Faisons simple, si on compare des produits sur différentes périodes, en terme monétaire, la valeur nominale (faciale de la monnaie) peut conduire aux fausses interprétations, à cause de l'inflation la valeur nominale récente (prix courant) est souvent la plus élevée, car, elle ne prend pas en considération le changement dans les prix des produits. Des ajustements auront alors à supprimer l'effet de l'inflation sur le prix des produits et il en résulte la valeur réelle, dès lors, on peut évaluer les évolutions réelles de la production, sur le plan de calcul, pour avoir la valeur nominale d'une marchandise, il suffit de multiplier le prix

⁸ Le Maroc remporte le titre de cinquième exportateur mondial de la fraise, détenant ainsi une part de 7% dans le marché international avec un mix de 28% fraîche (19.000 tonnes) et (72% surgelée). Source : L'Economiste.

⁹ Les économistes s'accordent qu'en abstraction du contexte dans lequel le terme est utilisé, le concept renvoie à la hausse généralisée des prix, alors que si le contexte est déterminé (ce qui est toujours recommandé) le concept a alors plusieurs acceptions, ceci fait d'ailleurs la base des confusions dont porte le terme.

(courant) par la quantité, alors que le calcul est un peu plus complexe pour la valeur réelle, on doit avoir un indice de prix pour chaque année de la période visée et on divise la valeur nominale sur l'indice de prix d'une année donnée.

Le mécanisme de prix est pivot dans la théorie économique, comment le prix est-il déterminé? Les deux composantes pour l'établissement du prix sont l'offre et la demande, ces deux composantes de prix sont gouvernées par ce qu'on nomme par loi (*Law*) qui confirme la tendance générale dans chaque activité.

La loi de la demande stipule : la demande pour des biens ou services baisse quand le prix augmente et elle augmente quand le prix tombe, toute chose étant égale par ailleurs. Autrement dit, la demande et le prix sont inversement liés. Les biens et services sont interreliés ou interchangeable, un changement au niveau du prix d'un bien peut influencer positivement ou négativement sur le prix d'un autre bien, cela correspond aux biens complémentaires ou substituables. Un bien est de substitut lorsque les consommateurs l'achètent en remplaçant un autre qui remplit le même besoin, souvent quand le prix d'un bien augmente, la demande augmente pour le bien de substitut. Quand les compagnies aériennes pratiquent le *low cost* (c.-à-d. la baisse des prix), la demande pour le train baisse. Un bien est complémentaire lorsque les acheteurs le consomment conjointement avec un autre produit (le fioul et la voiture), quand le prix du fuel augmente, la demande pour les voitures baisse et vice versa.

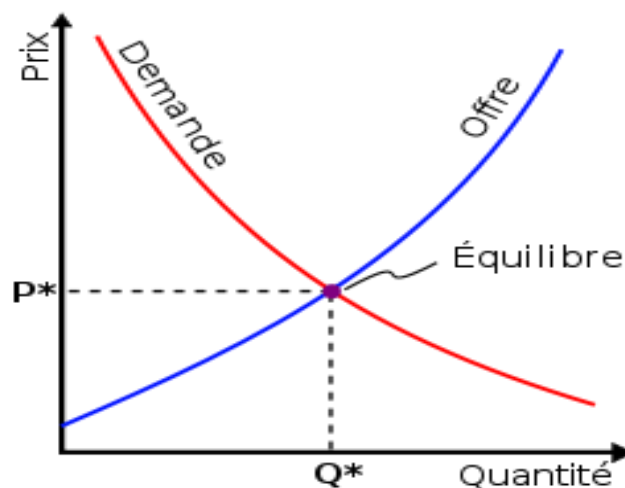
La loi de l'offre stipule : l'offre augmente quand le prix augmente et baisse quand le prix baisse, toute chose étant égale par ailleurs (*all other things being equal*), ce qui fait l'offre et le prix sont intimement liés.

L'expression '*toute chose étant égale par ailleurs*' signifie qu'on se concentre sur ces variations particulières (de l'offre et de la demande sur les prix), en isolant l'influence des autres variables de l'analyse étant donné qu'il est impossible d'étudier toute l'économie (c'est-à-dire en considérant toutes les variables). Certains facteurs affectent la variation de l'offre, tels que : 1) Les coûts de facteurs de production, quand le coût de toutes d'un navire augmente, le coût d'opération du navire augmente, en conséquence, le prix du ticket augmente. 2) Le coût des méthodes de production, de nouvelles innovations ou technologies influent sur les

attitudes des producteurs ou consommateurs à l'égard du prix, l'innovation *slow-steaming*¹⁰ a réduit la consommation du gasoil du navire, par conséquent son coût d'opération, les propriétaires de navire peuvent accepter de réduire le prix. 3) Le niveau des stocks : quand les compagnies maritimes et armateurs disposent d'un stock important (Navire en *lay-up* ou sous-exploité), elles baissent souvent le prix de voyage. 4) Les prévisions de prix : si les offreurs (armateurs) prévoient une variation du prix (de marché) cela joue un rôle important dans leurs déterminations des quantités à offrir.

Dans la réalité, l'offre et la demande ne peuvent individuellement décider le prix ou la quantité vendue, elles peuvent seulement indiquer les intentions des 'consommateurs' ou 'producteurs', il faut alors combiner les deux dans un seul modèle pour pouvoir reconnaître le prix et la quantité vendue, graphiquement suivant la logique des deux lois on aura une intersection de deux courbes (offre et demande). le point d'intersection représente la détermination du prix et quantité dits d'optimum ou d'équilibre, ce modèle est statique, encore dans la réalité, dans un marché compétitif, les transactions ne se passent pas toujours au prix d'équilibre, la période de crise est très significative de ce constat, il faudra beaucoup de temps pour que le marché se redresse permettant des ajustements au niveau de l'offre. Le marché de transport maritime a subi la crise de surcapacité en tonnages en 1980 et il a fallu attendre plusieurs années pour un nouvel ajustement.

Figure 1 : Modèle statique d'offre et de demande et prix d'équilibre



¹⁰ Le concept de *slow-steaming* réfère à la réduction de vitesse du navire, qui baisse le coût de gasoil et de CO2 émises, mais un grand débat est actuellement ouvert, parce que les armateurs même après la baisse du prix de pétrole n'ont pas regagné à la vitesse précédente, ceci grâce aux gains générés dans le coût d'opération du navire, alors que l'expéditeur souffre de long délai de transit. Quand un navire réduit sa vitesse de 10%, le pouvoir de moteur est réduit de 27%, il en résulte un gain en consommation de fuel soulignent les experts du domaine.

SECTION I: L'évolution de l'industrie du transport maritime

A. La demande dans l'industrie maritime évolue dans le temps

1. La demande maritime dépend du commerce entre différents pays

Si nous excluons le marché de la croisière, la demande dans le secteur du transport maritime résulte de la demande du consommateur final de marchandises, le transport est un facteur qui n'est demandé pour lui-même, mais dérivé de la demande des marchandises exigeant le transport entre deux points A et B (destinations), on parle en maritime de la demande dérivée.

La situation économique du secteur du transport maritime est incrustée dans le développement du commerce international, la demande du transport maritime dépend de la quantité du commerce entre différents pays. À peu près 75% du commerce international transite via la mer¹¹, nécessitant dès lors le transport maritime et on parle de trafic maritime. La demande dépend d'un nombre de facteurs essentiels :

- Le niveau de l'activité économique mondiale.
- La structure du trafic maritime.
- La distance traversée pour le transport des marchandises.
- Facteurs et conjonctures externes.

Nous analysons la demande maritime à la lumière des 4 facteurs cités ci-haut :

- Le niveau d'activité économique

Principal moteur de la croissance de la demande de transport maritime. À long terme, l'activité économique mondiale dépend du niveau de population (*level of population*) et des standards de vie (*living standards*) des pays. À court terme, elle dépend de plusieurs facteurs. Les ressources telles que machines, travailleurs, infrastructures et superficies et fuel sont rares dans la planète terre, il n'est pas possible de produire des biens infinis, le besoin n'est cependant pas fini (Alain Anderton 1993), en plus de la croissance de la population d'une façon irrégulière, la plupart des pays n'arrivent pas à maîtriser son évolution et comme ces ressources ne sont pas distribuées identiquement sur les pays du monde, elles varient d'une

¹¹ Julian Bray, Andrew Lansdale, Jurgen Verreet, Economics of sea Transport and International Trade, Institute of Chartered Shipbrokers, United Kingdom, 2013.

personne à une autre, d'un pays à l'autre, il va falloir de l'échange. La globalisation et le besoin des hommes poussent à l'import (tout bien manquant qu'on apporte de l'étranger) et export (tout surplus qu'on transporte vers l'étranger), pour balancer entre biens et besoins dans un pays spécifique et puisqu'on ne dispose pas de tout le nécessaire au niveau du seul et même pays, le flux d'import-export est nécessaire, mais il s'agit d'une affaire non seulement de commerce, mais extrêmement commerciale d'un pays. Ce dernier ne recherche pas seulement de l'échange, mais également du gain qui est bénéfique pour les deux parties à l'échange, les économistes reconnaissent qu'une dose de commerce international est bénéfique¹², les pays peuvent se spécialiser à produire un nombre limité de biens et importer le reste des produits des autres pays avec lesquels ils échangent, ceci même si ce pays est capable de produire efficacement les deux produits (exemple du navire et du blé), il peut tirer bénéfice de l'échange mutuel, il en résulte qu'un pays possède un avantage comparatif dans la production d'un bien quand son coût d'opportunité est inférieur à celui des autres pays. D'après tout ce que nous venons d'évoquer, il en ressorte que les conditions économiques et la demande dépendent d'un nombre infini d'éléments, des ressources propres et artificielles du pays donné, de sa population, de ses capacités, de ses activités, de sa culture, de sa politique d'ouverture, de son commerce et d'autres éléments.

En effet, des interactions multiples entre pays résultent une économie mondiale secouée régulièrement par des crises et frictions politiques. La croissance économique a connu une chute libre à la fin de l'année 2008, les échanges mondiaux se sont interrompus brutalement, c'est la crise financière de 2008¹³. Le premier signe tangible de cette interruption a été repéré au niveau de l'arrêt quasi instantané des opérations de *trading*¹⁴ sur les matières premières dont le fonctionnement repose principalement sur la fluidité des marchés de capitaux. La crise a bouleversé complètement le contexte précédent, le monde des affaires est devenu morose avec l'augmentation insupportable des prix des matières premières notamment les prix du pétrole (dépassant de 100\$/baril en 2008), indisponibilité des crédits et liquidités et surtout la

¹² Paul Samuelson, L'Avenir des relations économiques internationales, Calmann-Lévy 1971. L'auteur souligne qu'il était (*commerce international*) loin d'être trivial, comme l'attestent "les milliers d'hommes éminents qui n'ont jamais été capables de le comprendre eux-mêmes ou l'accepter après qu'on le leur a expliqué".

¹³ La crise financière de 2008 est connue par la crise des subprimes (en anglais : *subprime mortgage crisis*) est une crise qui touche le secteur des prêts hypothécaires à risque en premier lieu, conjugué à la baisse des prix de l'immobilier dans la même année pour la première fois après la seconde guerre mondiale, ceci entama la crise bancaire et financière débutant en Juillet 2007, le monde inaugura alors la crise financière mondiale et la crise économique mondiale de 2008 et suivantes.

¹⁴ Le *trading* est un mot anglais couramment utilisé pour désigner les opérations d'achats et de ventes effectuées sur les marchés financiers.

perte de confiance matérialisée par le risque accentué de solvabilité de la contrepartie quelle que soit la nature de l'opération économique. Vers la fin des années 1990, certains économistes l'ont déjà présagé tel Maurice Allais. Ce dernier auteur a noté que l'économie mondiale repose sur des niveaux jamais atteints de dettes créant une situation économique drastiquement instable qui peut finir par une grave crise économique à l'aide d'un élément déclencheur¹⁵, c'est ce qui s'est réellement passé!

Face à ce contexte, les secteurs maritimes ont réagi différemment, le secteur des transports conteneurisés n'a pas subi le même sort que les matières premières, pourtant la baisse du trafic a été quasi continue depuis 2008, les transports pétroliers ont résisté après le déclenchement de la crise, l'ajustement progressif des quotas par l'OPEP a sauveté le marché, mais seulement le secteur des minerais de fer qui a pu échapper par surprise aux conséquences néfastes de la crise, des conditions se sont réunies telles que les conséquences de la crise sur l'économie chinoise propulsant les décideurs politiques et dirigeants de prendre une position déterminante par un plan gouvernemental d'augmentation drastique des importations de minerai de fer, permettant à ce secteur de transport maritime de se redresser de manière totalement inattendue. Il aura fallu attendre quelques années après la crise pour faire un soubresaut dans les domaines du transport pétroliers et de conteneurs, les plans de désarmement de démolition de navires et de réorganisation de la chaîne ont fini par porter leurs fruits, la remontée de fret a soulagé la trésorerie des armateurs qui atteignit des niveaux de risques insupportables.

Les majeurs indicateurs de mesure de l'activité économique sont le PIB¹⁶ et le RNB¹⁷. La plupart des analyses de la demande du transport maritime s'appuient sur les pays de l'OCDE¹⁸ vu que cette organisation économique représente environ 50% du PIB mondial en 2011¹⁹, en plus de la disponibilité de l'information et des statistiques plus faciles à obtenir et plus fiables. Cependant, d'autres recherches et travaux en commerce international attaquent le G20²⁰ qui représente 85% du commerce mondial, ou le G8 (maintenant G7 suite à la suspension de la

¹⁵ Maurice Allais, La crise mondiale d'aujourd'hui, 1999

¹⁶ Agrégat majeur de mesure de la "production de richesse" effectuée par les agents économiques résidant à l'intérieur du territoire du pays

¹⁷ Agrégat qui ajoute au PIB les entrées nettes de revenus de facteurs en provenance de l'étranger.

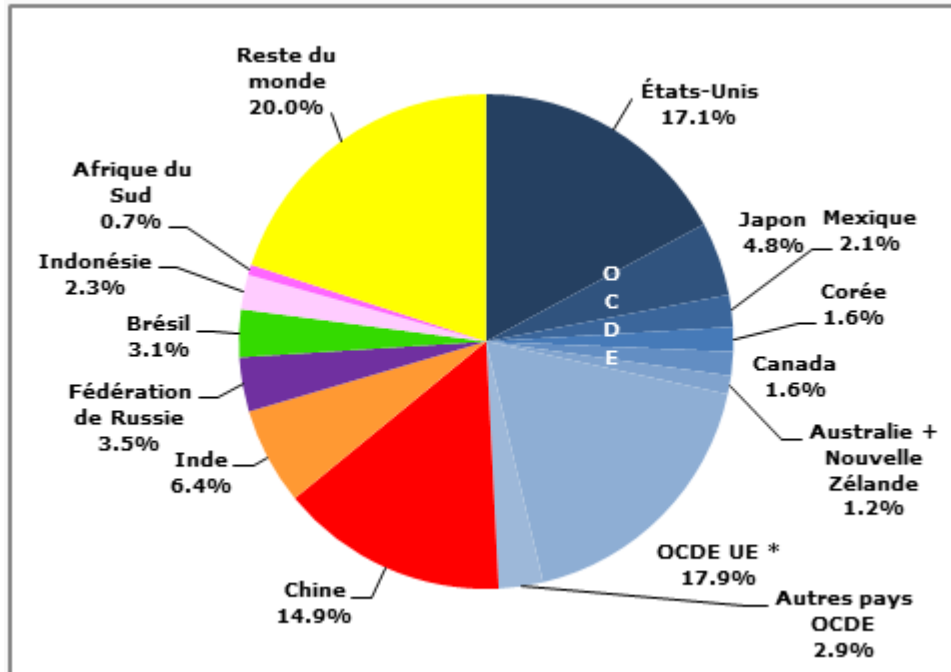
¹⁸ Réuni 35 pays aujourd'hui consistant dans la scandinavie, l'Europe, la Turquie, les Etats-Unis, le Canada, le Japon, la Corée, l'Australie et la Nouvelle Zélande.

¹⁹ En 2005, l'OCDE représentait environ 60%. www.ocde.org

²⁰ Groupe composé de 19 pays et de de l'UE consistant dans Afrique de sud, Arabie Saoudite, Argentine, Australie, Brésil, Canada, Chine, Corée du Sud, Etats-Unis, Inde, Indonésie, Japon, Mexique, Royaume-Unis, Russie, Turquie, Allemagne, Royaume-Uni, France, Italie.

Russie). La CNUCED publie la revue de transport maritime pour chaque année (avec un décalage de deux ans).

Figure 2 : Part d'économie dans le PIB mondial



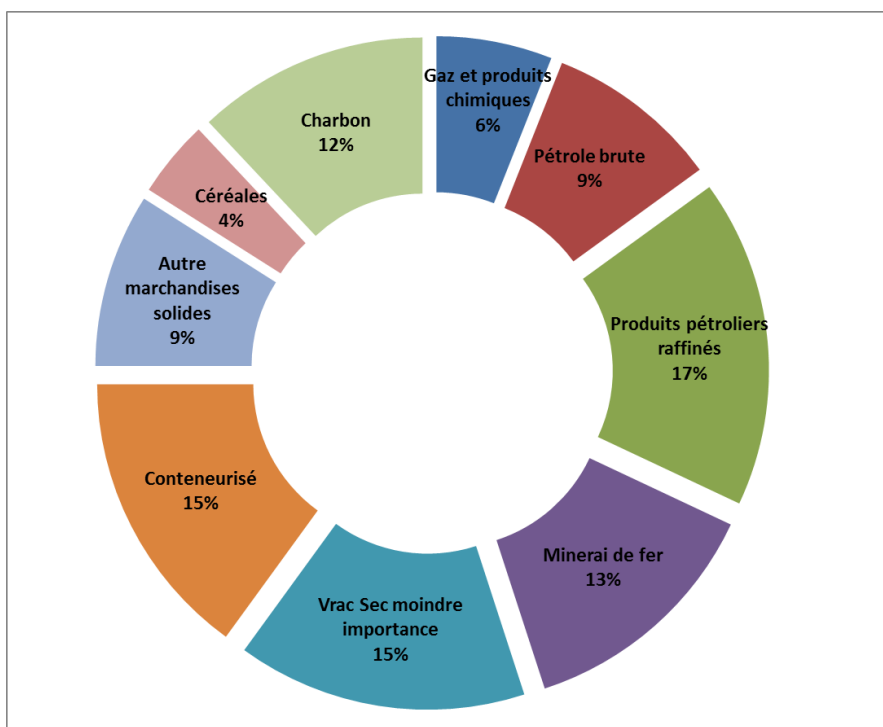
Source : www.oecd.org

On peut conclure par dire que la demande dans le secteur maritime est liée au niveau de l'activité économique et de l'ouverture du pays, elle dépend d'un nombre important de facteurs. La crise financière a secoué le monde du business shipping ces dernières années, la demande maritime a connu une baisse quasi continue dans ses différents secteurs, plusieurs mesures sont entreprises afin de redresser la situation de la demande maritime.

- La structure du trafic maritime

Le trafic maritime domine le commerce international, il représente 75% (en tonnages) du commerce mondial. Ce pourcentage ramené en termes de valeur des marchandises représente 65%. Le commerce international a plus que doublé en volume durant la période 1980 à 2014. Un changement par type de trafic a été repéré également; le pétrole brut et produit pétrolier décline de 44% à 28% au total; trafic des minerais de fer demeure stable entre 10% et 12% durant cette période, un changement notable au niveau du charbon dont le pourcentage a doublé de 5% à 12% en 2014. La figure ci-dessous montre la composition des marchandises transportées via la mer :

Figure 3 : Composition du trafic maritime en 2014



Source : UNCTAD Review of Maritime Transport 2015/
Reproduction du graphique par l'auteur

La figure suivante présente l'évolution de trafic par type durant la période 1980 – 2014²¹ :

Tableau 1 : Évolution du trafic maritime international (en million de tonnes chargées)

Année	Pétrole et Gaz	Principaux vracs	Autres marchandises solides	Total (toutes marchandises)
1980	1 871	608	1 225	3 704
1990	1 755	988	1 265	4 008
2000	2 163	1 295	2 526	5 984
2005	2 422	1 709	2 978	7 109
2006	2 698	1 814	3 188	7 700
2007	2 747	1 953	3 334	8 034
2008	2 742	2 065	3 422	8 229
2009	2 642	2 085	3 131	7 858
2010	2 772	2 335	3 302	8 409
2011	2 794	2 486	3 505	8 784
2012	2 841	2 742	3 614	9 197
2013	2 829	2 923	3 762	9 514
2014	2 826	3 112	3 903	9 842

Source: UNCTAD Review of Maritime Transport (plusieurs éditions)

²¹ UNCTAD, review of Maritime Transport édition 2015, et éditions antérieures

En revanche, pour mener une étude économique empirique de la demande du transport maritime, il faut analyser individuellement chaque composante du trafic susévoquée, de notre part nous analysons brièvement quelques composantes importantes du trafic brut.

La demande du pétrole est stimulée par les conjonctures économiques et politiques que connaisse le monde, en considérant le prix officiel de l'Arabie Saoudite en \$/baril, le prix a augmenté durant la période 80, de 18\$ en 1979 à 34\$ en 1983²², poussant les pays importateurs à diminuer leurs consommations, à rechercher des substituts²³ et à encourager l'exploration de nouveaux marchés, le prix regagne ses niveaux en mi-1986 stimulant la demande à augmenter à nouveau. L'invasion de l'Iraq à Kuwait qui faisant augmenter le prix de pétrole a été anéanti par l'effort de l'Arabie Saoudite qui boosta sa production pour combler la perte en pétrole koweïtien et pour contrecarrer la hausse des prix; ainsi faisant stabilisé ces prix dans les années 94/95 mesuré en valeur réelle à environ 16\$ (tenant compte de l'inflation). Les évènements de 11 septembre 2001 ont provoqué un nouveau rebond des prix de pétrole à des niveaux historiquement jamais atteints environ 60\$/baril en 2006; la situation de la demande en pétrole s'est empirée par l'inauguration de la crise financière de 2008, l'Arabie Saoudite face à des enjeux politiques très complexes poussa sa production à ses limites. Dans ce contexte et en plus des facteurs tels que le réchauffement climatique, l'inquiétude face à l'émission de CO₂, cela provoque des tentatives d'économiser dans l'utilisation du pétrole à long terme, mais la demande demeure élevée et même à encore s'élever vu les développements récents dans les pays des BRIC²⁴.

La demande de céréales connaît une augmentation légère dans les dernières années, ceci s'explique par l'amélioration des conditions météorologiques des EU (pour le cas du blé) et par la baisse des prix des céréales secondaires, les EU est le principal exportateur mondial des céréales. Les céréales comprennent principalement le blé, l'orge, le sorgo, le seigle, la farine d'avoine et soja entre autres. Le Japon, la Chine et l'Égypte sont respectivement les plus gros importateurs du monde des céréales. L'Argentine et le Brésil sont les principaux exportateurs du soja, mais le secteur connaît une nouvelle tendance qui aura des conséquences sur le commerce mondial des céréales, car ces deux pays producteurs commencent à devenir également d'importants consommateurs du soja, donc la demande va plausiblement

²² Julian Bray, Andrew Lansdale, Jurgen Verreet, Economics of sea Transport and International Trade, Institute of Chartered Shipbrokers, United Kingdome, 2013

²³ Comme les hydrocarbures liquides (produits à partir d'autre source que du pétrole brut), gaz, électricité...

²⁴ Groupe formé par les pays Brésil, Russie, Inde et Chine.

augmenter. Ce secteur souffre des hauts et des bas grâce aux conditions climatiques comme il endure toujours les barrières commerciales, sujet des débats actuels du secteur.

La demande de minerai de fer et charbon a plus que doublé durant la période 2005-2014 (particulièrement à cause de la croissance perpétuelle de l'industrie sidérurgique)²⁵, ce dynamisme revient incontestablement au rôle de la Chine comme principal importateur de minerai de fer pour ses forts investissements en constructions et infrastructures, cependant le Brésil et l'Australie sont de vedettes exportateurs du minerai de fer, l'Afrique s'affiche prometteuse pour ce trafic maritime, particulièrement les exportations des vracs secs sont expédiées par la mer de l'Afrique de Sud, il s'ajoute d'autres pays africains comme le Libéria, la Sierra Leone et Mozambique pour le cas du charbon, en plus des expansions de capacités d'extraction de charbon de la Guinée. L'Inde joue un double rôle, c'est le quatrième exportateur mondial de l'acier, qui ne cesse d'augmenter ses capacités de production d'acier et important importateur du charbon. Ce secteur endure le risque potentiel de la Chine dont la tendance est orientée vers la consommation plutôt que l'investissement.

La demande de conteneurisés a connu une augmentation vertigineuse, qui a été freinée par la crise financière, les faits saillants qui influent sur la demande dans ce secteur restent le gigantisme (élargissement des capacités de navires), la navigation à vitesse réduite, augmentation des prix de combustible et la quête des alliances, la réglementation exigeant sous l'auspice de l'OMI la vérification du poids, le retard dans l'élargissement du canal de Panama, le plan Nicaragua d'ouverture d'un nouveau canal reliant l'Atlantique au Pacifique et la procédure antitrust menée par l'UE contre les compagnies de transport maritime.

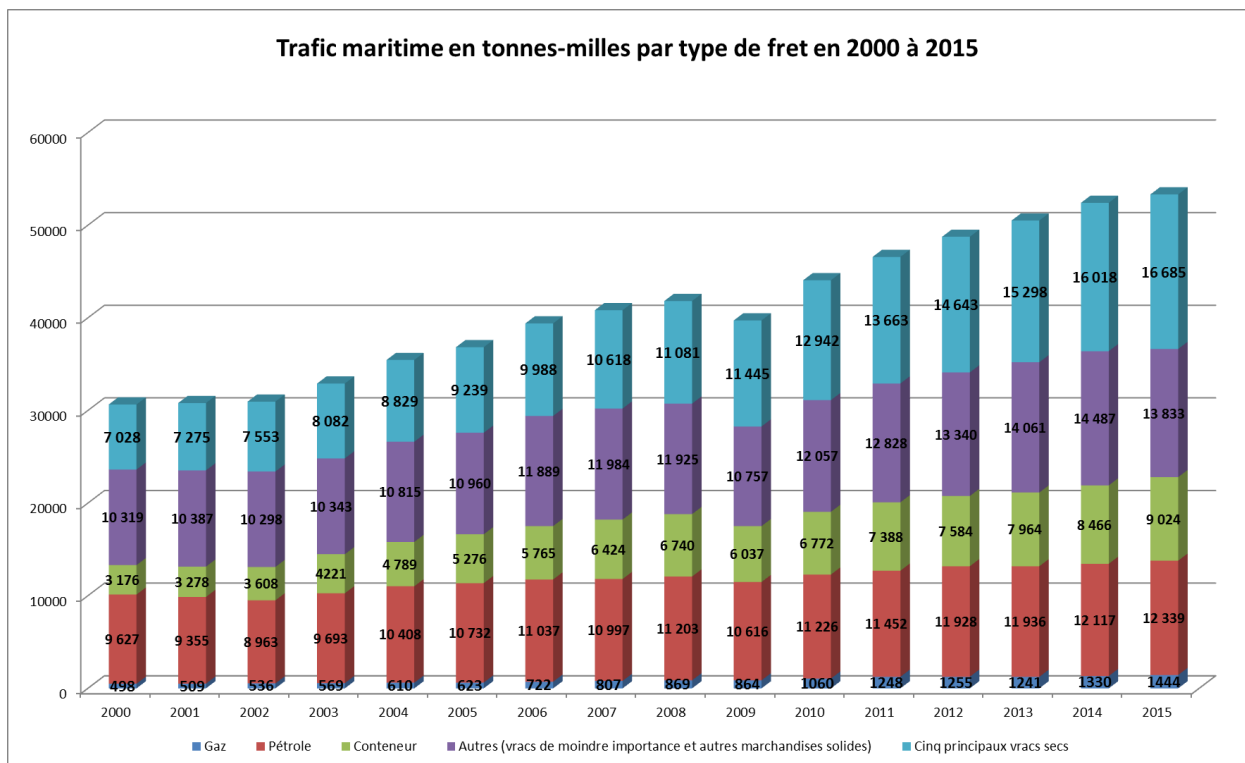
- **La distance traversée en tonnes-milles**

Un autre facteur important s'ajoute à la quantité et nature de marchandise à transporter, il s'agit de la distance, le concept est primordial à l'analyse de la demande du transport maritime, la seule mesure en tonnes ne s'avère pas suffisante, quand l'expédition prend en charge une distance longue, la demande est plus élevée en tonnes-milles comparativement à une expédition d'une courte distance puisque au bout d'un certain temps, on déchargera la marchandise et on gagnera l'espace pour une nouvelle expédition. Nous constatons de la

²⁵ Etude du suivi de l'offre et de la demande de transport maritime, Maritime Logistics & Trade Consulting, Ministère de l'Ecologie de l'Energie, de Développement Durable et de la Mer MEEDEM. Note explicative 2010, France.

figure 4 l'accroissement notable continu des conteneurs qui est passé de 3176 à 91024 milles-tonnes.

Figure 4 : Trafic maritime en tonnes-milles par type de fret dans la période 2000 à 2015



Source : CNUCED plusieurs éditions

- **Autres facteurs externes**

La demande est généralement influencée par des facteurs externes à l'instar des enjeux politiques, des guerres, nouvelles technologies et des phénomènes naturels comme le tsunami qui frappa l'Indonésie, l'Inde et Sri Lanka en 2004 ainsi que le tsunami et le séisme qui secoua le Japon en 2011 et qui ont causé une baisse in situ de la demande dans ces régions.

2. Le concept de la demande dérivée

Nous avons statué en début de chapitre que la demande du transport maritime constitue une demande dérivée, donc à la limite, nous nous distançons des concepts basiques mis en évidence précédemment pour lesquels on a expliqué que la demande exprime généralement la quantité de marchandises que les consommateurs veulent et dont ils sont prédisposés à payer la somme d'argent pour l'obtenir pourvu qu'ils assouvissent leurs besoins, dans le cas du transport maritime, la demande n'est pas faite pour elle-même, mais pour la marchandise dont le consommateur a besoin, dans ce sens, la demande de transport fait partie de processus de

production comme d'ailleurs les matières premières. La demande contribue à la réalisation du produit fini ou service ultime, un exemple latent reste la demande de transport pour la croisière, l'objectif du client pour la croisière inclut un voyage agréable dans le bateau, le transport dans ce cas constitue une finalité en elle-même, le transport fait alors partie du loisir du consommateur dont il réjouit d'une manière directe, il s'agit d'une demande directe. Cet exemple marque la différence par rapport à tous les autres secteurs maritimes dont la demande est indirecte, elle dépend de la satisfaction d'une demande finale de consommateur pour une marchandise déterminée, c'est une demande dérivée d'une autre demande effective.

L'élasticité de la demande dérivée a des règles particulières baptisées règles de Marshall du nom de l'économiste anglais Alfred Marshall en 19^{ème} siècles, qui adapta les règles d'élasticité au secteur maritime dont l'analyse est court-termiste, l'idée centrale de ces règles est 1) dans le commerce international, il n'existe relativement pas de biens de substituts pour le transport, sa demande est presque inélastique, 2) les pays (dans l'échange international) mêmes s'ils substituent un bien par un autre, par exemple voiture française au lieu d'une allemande, ils auront affaire au transport maritime dans les deux cas, cela revient au même principe de la quasi-absence des biens de substituts, 3) le taux de fret contribue avec une proportion très infime dans le coût du produit ou service, donc même avec une augmentation du taux de fret, le prix du produit final ne change que très peu, par exemple une augmentation dans le prix du produit final de 40% aura une incidence sur le taux de fret qui augmentera seulement de 4%, 4) l'élasticité de la demande²⁶ pour le produit final serait un important facteur dans l'élasticité de la demande dérivée, l'augmentation ou la diminution des prix d'élasticité du produit final induit une augmentation ou diminution dans l'élasticité de la demande dérivée.

B. L'analyse de l'offre et notion de flotte active

Nous avons constaté que la demande est reliée à l'activité économique, à un ensemble de facteurs et évènements, l'offre maritime est liée de sa part aux fluctuations de la demande. Nous avons observé un cycle de récession dans les années septante, et début des années huitante, un recouvrement de la situation dans les années nonante puis une croissance vertigineuse durant la période 2002 à 2007, le rythme fut cassé par la crise financière de 2008,

²⁶ Il s'agit de l'élasticité-prix de la demande (ou tout court l'élasticité de la demande) c'est-à-dire la réponse de la demande suite à une variation des prix. A noter que le concept d'élasticité s'applique non seulement quant aux prix mais également à tout autre facteur qui peut influencer sur la demande.

la taille de la flotte maritime est affectée par les forces du marché, la demande maritime reflète à long terme le trend dans la taille de la flotte maritime marchande, on observe une corrélation entre trafics maritimes en termes de tonnes-milles ou en tonnes de marchandises mouvementées par intervalle de temps et la taille de la flotte marchande mesurée par le nombre des navires opérationnels.

Analyser l'offre du secteur maritime est une tâche plus complexe, car une attention particulière doit être tournée vers le comportement des compagnies et opérateurs maritimes vis-à-vis de l'oscillation de la demande. Autrement dit, nous devons comprendre comment réagissent les compagnies maritimes à court terme quand une variation de la demande est observée tout en tenant compte du long terme ? Les statistiques du secteur donnent une idée sur la réaction de l'offre au changement de la demande.

Pour définir proprement l'offre maritime, nous devons examiner l'output de l'industrie maritime, qu'est-ce qu'elle produit actuellement?

Primo, l'industrie maritime produit le transport de marchandises à travers le monde, d'un port au port et d'un terminal au terminal, l'output est mesuré par trafic en tonnes pour un intervalle de temps sur une base journalière, hebdomadaire ou annuelle, l'output n'est pas mesuré en valeur, car cette dernière ne peut représenter la capacité requise pour le fret, c'est le trafic (ou volume) en tonnes de fret qui permet d'identifier la capacité pour un navire donné, cette capacité de tonnage d'un navire est connue dans le jargon maritime par Tonnes Port en lourd (TPL).

Secundo, le navire navigue dans les mers et les océans, l'output est donc mesuré également par le mouvement du fret en tenant compte de la distance traversée dans un intervalle de temps donné et on parle de tonnes-milles. Cette mesure est cruciale, car un changement dans un service donné suite à un changement dans la demande peut générer pour une même quantité en tonnes différentes tonnes-milles.

1. Modification de l'offre à long et à court terme

1.1 Modification de l'offre à long terme

Deux représentations théoriques de l'offre au changement de la demande, les propriétaires de navire, armateurs ou fréteur²⁷ modifient leurs flottes marchandes en deux manières à long ou à court terme. Les économistes parlent de "long terme" quand un changement au niveau de stock est envisageable, dans le cas contraire c'est-à-dire quand le stock existant n'est pas modifié, les économistes prennent la position du "court terme".

En théorie économique, nous devons toujours garder en tête la phrase "toute chose étant égale par ailleurs" c'est-à-dire que nous prenons en compte la variation dans l'offre (ou la demande) tout en fixant les autres facteurs, au moins dans la théorie. En effet, trois facteurs essentiels à prendre en considération quant à la modification de l'offre à long terme (ou à très long terme), le niveau technologique, le coût d'input (très long terme) et la construction, démolition ou désarmement de navires (long terme).

Niveau technologique

On entend par niveau technologique, le savoir-faire technique, le savoir organisationnel et structure de gestion d'une industrie donnée. L'innovation et le progrès technique sont des éléments importants pour qu'une industrie puisse avoir les capacités nécessaires au développement et la résistance dans un contexte fortement concurrentiel. L'innovation est le moteur essentiel du renouvellement du système productif, c'est la capacité d'une industrie à trouver des solutions nouvelles, la mise en service d'un nouveau produit, d'un nouveau procédé, d'une nouvelle marque, d'un nouveau business-modèle, etc. c'est la mise en application de l'invention ou sa concrétisation. L'innovation est associée à la créativité. Le progrès technique peut être défini, dans un premier temps, comme l'ensemble des éléments qui permettent d'améliorer les méthodes de production et d'accroître la productivité. "Pour l'économiste, c'est tout ce qui accroît la production sans varier la quantité des facteurs de production utilisée."²⁸ L'industrie se développe à travers ces nouvelles idées, le désign d'un nouvel engin avec un petit moteur qui a la même puissance qu'un gros et qui consomme moins. L'innovation d'acier de moindre poids et d'une même capacité d'endurance que celui

²⁷ Le fréteur (charterer en anglais) est celui qui donne un navire en location en contrepartie d'une somme convenue : le fret. L'affrètement (chartering en anglais) est la location d'un navire selon un contrat d'affrètement (charte-partie) passé entre le fréteur (charterer) et l'affréteur (shipowner). Il se décline en trois types de contrat : au voyage, coque-nue et à temps.

²⁸ Jean-Paul Piriou, *Lexique de sciences économiques et sociales*, Repères/La Découverte, 2011, France

d'un poids lourd. La mise en service du conteneur (boite en métal) impliquant une optimisation d'espace de stockage des marchandises et de leurs expéditions que ne le fussent avec les palets; le porte-conteneur engendre des niveaux d'output 2 à 3 fois plus supérieur qu'un navire de marchandises diverses "*general cargo*" pour une même taille de navire, etc.

Le coût d'input

Agir sur les coûts des inputs est peut-être considéré comme une stratégie à très long terme, le prix de soute influe sur la flotte marchande, une augmentation du prix de soute réduit l'output maritime. Les armateurs compensent cette augmentation des prix de soute par une réduction de vitesse le cas échéant. L'utilisation de cette technique n'est pas toujours évidente, car les armateurs ont l'obligation de respecter les échéances, le retard est onéreux dans le maritime, cependant cette technique est inédite, son utilisation ne peut être imaginée il y a 25 ans, à travers cette technique, les armateurs réduisent leurs coûts opérationnels, mais cela a une incidence sur l'output.

La construction, annulation et démolition

À long terme, la principale variable d'ajustement de l'offre marchande est la construction et démolition de navires. Les marchés de la mise en ferraille et de construction neuve permettent des ajustements de l'offre à moyen et long terme en raison des financements énormes que cela nécessite. En cas de conjoncture favorable c'est-à-dire en cas de tendances à la hausse des prix du transport, on observe un accroissement des livraisons navales, en cas de conjonctures défavorables du marché c'est-à-dire en cas de baisse, le taux de démolition s'accroît.

1.2 Modification de l'offre à court terme

À court terme, l'offre de transport maritime est conditionnée par la flotte existante, la vitesse commerciale des navires (productivité de la flotte), leur durée de séjour dans les ports, leur durée d'immobilisation (pour maintenance et entretien), leur mise en stockage, et leur durée d'utilisation annuelle (nombre de navires désarmés), ces variables permettent aux armateurs de réagir rapidement aux évolutions conjoncturelles du marché de transport maritime.

La vitesse des navires

La variation de la vitesse (suivant les caractéristiques de motorisation) engendre une variation dans l'offre des services en tpl ou en tonnes à court terme, en cas de conjoncture défavorable,

les navires réduisent leur vitesse en navigation afin de compenser la hausse des prix de soute à court terme, une restauration à la vitesse (mesuré en nœuds²⁹) est attendue quand les conjonctures s'améliorent.

Durée de séjour de navires dans les ports (Productivité des ports)

Une réduction des délais de séjour au sein des "ports de rotation de navires" engendre un gain de temps dans la chaîne logistique globale qui a pour conséquence d'engendrer une capacité additionnelle de la flotte marchande ce qui permet à leur tour de produire plus d'output, une augmentation des délais de séjours implique l'effet inverse. Bien que cette variable n'est pas strictement sous le contrôle des armateurs, mais dans certains cas ces derniers ont leurs propres terminaux comme le cas de Maersk qui dispose ses terminaux dans plusieurs pays, dans ce cas, Maersk peut agir sur l'offre en fonction de cette variable.

Durée d'immobilisation

Les compagnies maritimes doivent procéder à l'entretien et la maintenance de leur navire, parfois en dépend de la conjoncture, les compagnies peuvent envoyer massivement leur navire pour effectuer l'entretien et la maintenance comme ils peuvent ne pas procéder à ces opérations si cela ne correspond pas au moment opportun.

Mise en stockage

Les armateurs peuvent alterner l'utilisation des navires qui peuvent servir comme des espaces de stockage. Bien sûr, ces navires devraient être prêts pour la nouvelle fonction. Nous pouvons citer le cas des pétroliers ou tankers qui peuvent être exploités pour le stockage du pétrole. En 2010, le gouvernement britannique a proposé d'utiliser les navires comme des prisons pour réduire l'encombrement des prisons britanniques. En 1985, 6.5% des tankers sont utilisés comme des unités de stockage flottant, en 1993 le nombre d'utilisations a baissé à 3.5%, en 2010 on compte seulement 57 tankers utilisés comme espace de stockage. Ces navires de stockage sont considérés comme une source potentielle dont les armateurs en peuvent bénéficier quand la demande s'améliore.

Désarmement et réarmement de navires existants

Le désarmement de navire consiste à mettre le navire hors service. Autrement dit, le navire est arrêté suite à une décision opérationnelle de naviguer temporairement, il s'agit de le retenir

²⁹ Le nœud est une unité de mesure de la vitesse utilisée en navigation maritime et aérienne. Un nœud correspond à un mille marin par heure, soit 1 852 mètres par heure ou 0,514 mètre par seconde

dans une ébauche propre tout en veillant à sa maintenance nécessaire, ainsi le moteur et certains équipements restent en bon état, les sinistres et détériorations sont réduits à zéro et aucuns frais de fonctionnement ne sont supportés. Il existe des emplacements spécialement dédiés pour le désarmement des navires comme Scottish lochs qui assure des services de management et de maintenance. Comme déjà souligné quand les perspectives ne sont pas meilleures, le manager ou le propriétaire peut décider de désarmer le navire sous l'estimation de ne plus justifier ses coûts opérationnels, quand on anticipe une baisse du taux de fret, le manager évalue les frais de fonctionnement du navire –capital, équipage, combustible, assurance- et frais inhérent au passage portuaire et canaux, etc. si ces derniers semblent supérieurs au prix du transport de marchandises (taux de fret), la décision de désarmement est envisagée, dans le cas contraire, le manager décide de réarmer c'est-à-dire de réactiver le navire dans la flotte.

Le taux de désarmement varie en fonction des expectations optimistes ou pessimistes des conditions du marché; c'est un baromètre de l'activité économique. Le taux de désarmement exprime le rapport entre le volume de la flotte qui est désactivé pour le transport et le volume de la flotte totale. Généralement, le taux de désarmement est plus important que le taux de démolition ce qui donne une idée sur l'inertie des armateurs quant à leur stratégie d'investissements; ceci met aussi en évidence que l'offre est de plus en plus importante dans le temps.

Nous avons identifié un ensemble de variables tant à long terme qu'à court terme qui permettent aux armateurs de varier dans certaines périodes leur offre de bateaux, ces variables agissent en fonction des conjonctures de la demande et du taux de fret. Dans ce qui suit, nous mettons au point le concept de la flotte active.

2. Concept de la flotte active

La flotte active est définie comme étant l'ensemble des bateaux en activation dans la flotte, c'est la flotte existante. Les économistes maritimes évaluent le surplus de tonnage en termes des navires en *slow-steaming*, immobilisés ou désarmés afin d'identifier la marge de manœuvre, d'une manière crue ils quantifient la capacité non exploitée qui est prête à une réutilisation le cas échéant c'est-à-dire quand un accroissement au niveau de la demande est anticipé. Dans les périodes de crise, on observe une horrible augmentation des taux de démolition de navires atteignant 12% de la flotte totale, dans la période 90 (période de recouvrement) ce taux a baissé drastiquement jusqu'à 1 à 2 %, le taux a augmenté en 2008 pour rabaisser excessivement à 1% en 2009 suivant l'ensemble des mesures entreprises par les armateurs/fréteurs, en général, des rajustements sont effectués par les offreurs afin de rééquilibrer les taux (donc le marché), dans ce sens, l'offre doit rencontrer la demande, aucun surplus ne doit résulter de l'équation, mais vu la durée de construction des navires qui est environ 2 à 4 années, des carences dans la flotte pour répondre à la demande peuvent en résulter, dans ce cas de figure il s'agit d'un manque à gagner pour les armateurs et notamment que la perte de la demande pour un armateur ne peut être restituée puisque déjà délivrée par n'importe quel autre moyen, alors que la non-exploitation de navire peut attendre une nouvelle demande pour éventuellement réanimé le navire, dans ce sens, un certain pourcentage de surplus est important pour être toujours à l'écoute de la demande (anticipée³⁰), dans ce sens le concept de la flotte active tient en compte implicitement un ensemble d'enjeux très complexes que font les armateurs pour construire leur carnet de commandes notamment de la demande et des coûts d'opérationnalisation ou de fonctionnement de navires.

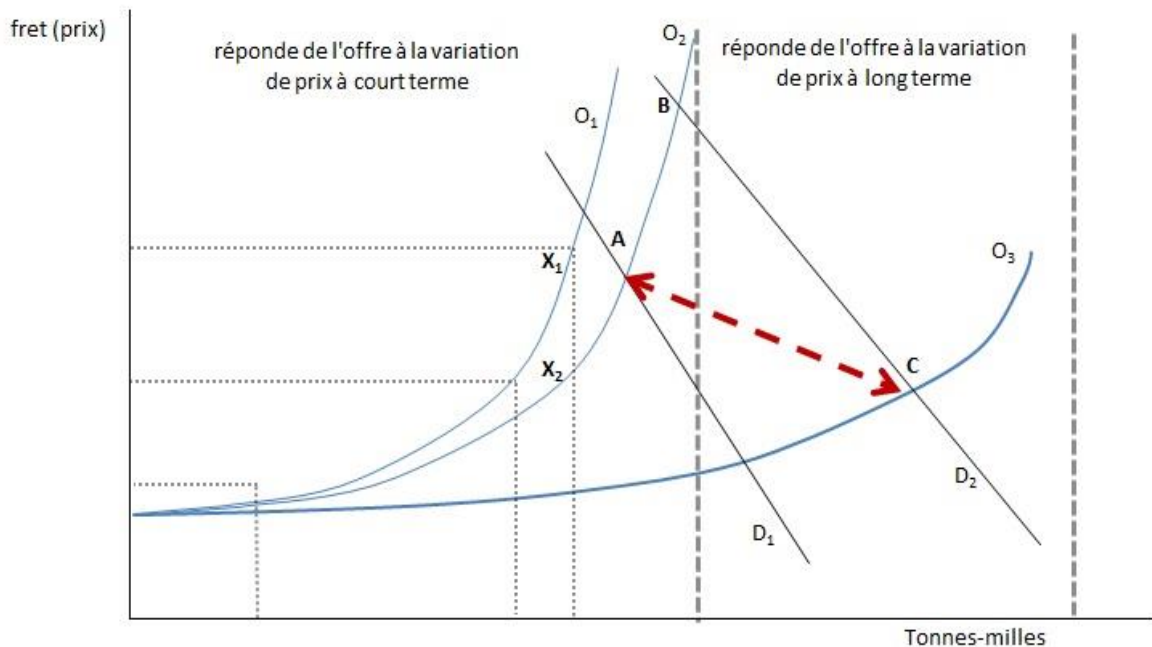
L'offre doit en principe répondre à la demande, mais le décalage de temps est crucial, par exemple si on imagine qu'une quantité de marchandise nécessite de trouver du transport maritime dans les 24 heures et que seul un navire est disponible pour effectuer la navigation dans ce cas l'offre est inélastique au prix; le transporteur peut en tirer bénéfice du prix favorable à son offre en le fixant à la hausse (bien sûr à la limite du maximum possible), si cette marchandise peut attendre encore du temps 48 heures, un autre navire peut dans ce cas entrer en compétition; l'offre devient de plus en plus élastique au prix chaque fois que des concurrents sont présents; ce processus va jusqu'à un niveau où la demande occupe toute l'offre marchande c'est le plein emploi des ressources (des navires), donc pour générer encore

³⁰ Demande anticipée car les armateurs construisent leur stratégie sur la base des forecasts

de l'output (toujours en tonnes-milles ou en tonnes), il faut accélérer l'utilisation des navires par l'ensemble des techniques susévoquées, mais encore à un certain niveau l'offre ne peut répondre à la demande, pour éviter ce processus, l'idée générale consiste dans le fait d'être toujours préparé à créer de l'output, et ce en mettant en place un "certain" surplus prêt à un nouvel emploi sans que ce surplus joue en défaveur du taux de fret des armateurs c'est-à-dire en évitant une baisse excessive des prix de transport, c'est la logique du modèle de l'offre à court terme en gardant un œil sur le long terme.

La figure suivante illustre cette idée, un décalage de O_1 à O_2 de l'offre indique l'entrée en marché d'autre compétiteur, le taux de fret baisse de X_1 à X_2 à court terme, jusqu'à une nouvelle variation de la demande (D_1 à D_2), le prix de fret augmente du point A au point B dans le court terme, le processus continu jusqu'à ce que la demande absorbe l'offre du marché, mais suivant la logique que nous avons décrite et étalée, l'offre augmente à long terme pour être en mesure de répondre à une nouvelle variation de la demande, entre temps (court et long terme), le prix baisse à long terme du B à C et nous raisonnons dans un cadre de perspectives optimistes, les contractions de la demande auront un sens complètement inverse.

Figure 5 : Réponse de l'offre du transport maritime à la variation du fret



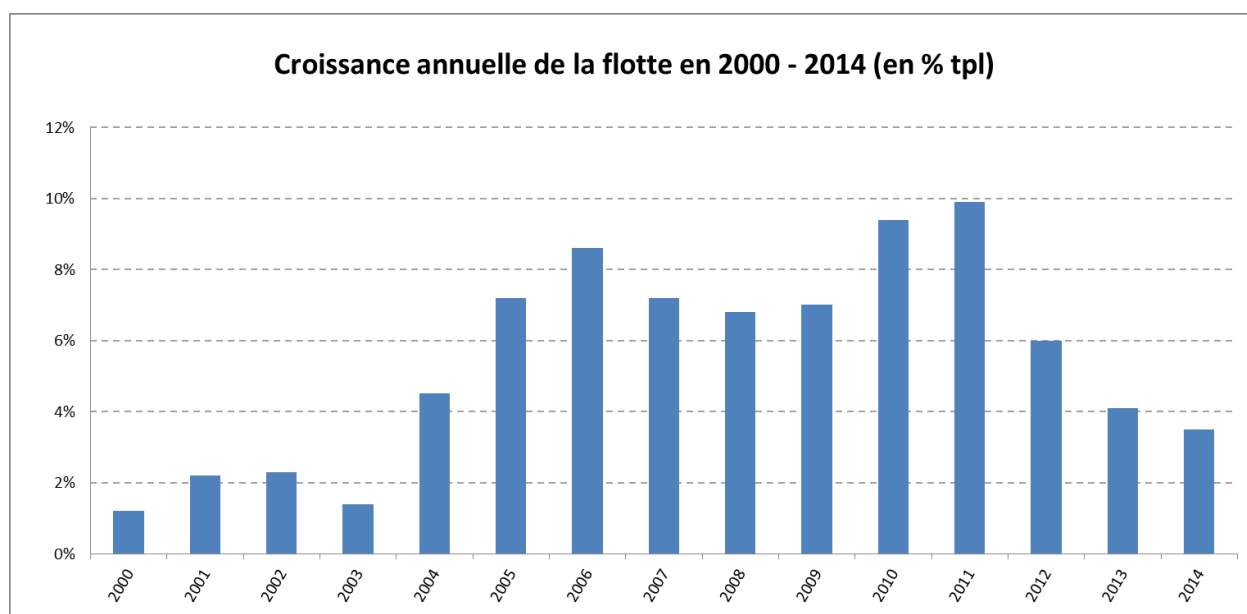
Source : propre réalisation

Enfin il faut noter que nous avons traité le marché en tant qu'un seul bloc alors que dans la réalité le marché est segmenté, donc pour ne pas induire en erreur, la segmentation tient en compte que des différences ressortent dans l'offre d'un segment à un segment et il existe 7 catégories de l'offre marchande, à savoir : 1) les pétroliers, 2) les vraquiers, 3) les navires *general cargo* (marchandise diverse), 4) les porte-conteneurs, 5) croisières, 6) passagers, 7) spécialisés (comme navire offshore).

3. L'offre marchande évolue dans le temps

Depuis 1980, la flotte mondiale a connu une évolution importante, la part des vraquiers secs a augmenté de 58%, celle des pétroliers a diminué de 43%. Par ailleurs, avec l'avènement de la conteneurisation, la part de la flotte de porte-conteneurs a fait un bond de 677%, en même temps que la part des navires de charge classiques a chuté de 73 %. L'année 2012 a marqué le retournement du cycle le plus dynamique de toute l'histoire de la construction navale. La croissance annuelle de la flotte marchande a enregistré des pourcentages les plus faibles en début 2014 et 2015 soit de 4.1% et 3.5% respectivement; mais la tendance est généralement haussière de la flotte mondiale qui est évaluée à 1.75 milliard de tpl en 2015 (voir tableau 2).

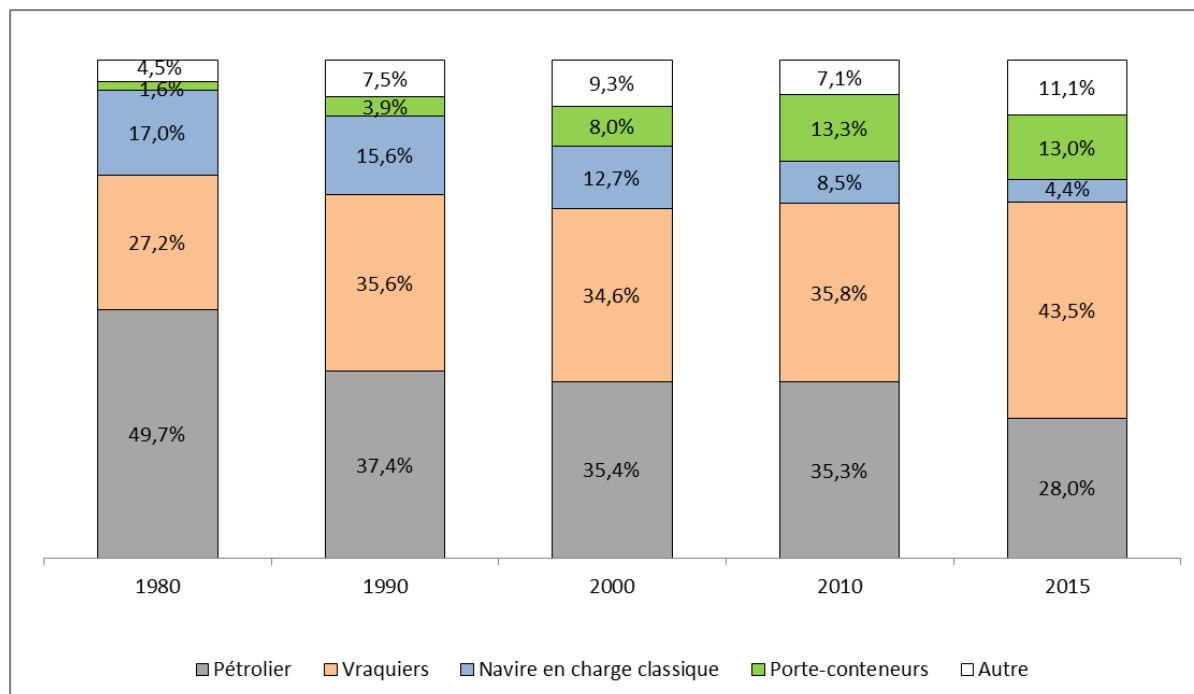
Figure 6 : Croissance annuelle en pourcentage tpl de la flotte mondiale entre 2000 et 2014



Source : CNUCED Etude de transport maritime plusieurs éditions

La part des porte-conteneurs est en progression constante depuis 1980. La figure suivante montre la composition de la flotte marchande mondiale selon le type des navires.

Figure 7 : Composition de la flotte marchande par type de navire en % tpl depuis 1980



Source : CNUCED Etude de transport maritime plusieurs éditions

Tableau 2 : Flotte mondiale par catégorie de navires en milliers tpl 2011 à 2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Pétrolier	474 846	507 454	472 890	482 447	489 388
Vraquier	532 039	622 536	686 635	728 322	760 468
Navires de charge classique	108 971	106 385	77 589	77 507	76 731
porte-conteneurs	183 859	198 002	206 547	215 880	227 741
Autres catégories	96 028	99 642	182 092	185 306	194 893
Transporteur de gaz	43 339	44 622	44 346	46 335	49 675
Chimiquiers	-	-	41 359	41 688	42 181
Ravitailleur	33 227	37 468	68 413	69 513	74 174
Transbordeur et navires à passagers	6 164	6 224	5 353	5 531	5 797
Divers	13 299	11 328	22 061	22 241	23 066
Total	1 395 743	1 534 019	1 625 753	1 689 462	1 749 221

Source : CNUCED Etude de transport maritime plusieurs éditions

Dans la flotte des porte-conteneurs, la tendance croissante s'accompagne d'une minimisation en construction de navire sans appareils de levage (portiques mobiles), ceci constitue un frein pour les petits ports des pays en développement qui ne sont pas dotés des portiques, ils sont appelés à moderniser leurs ports en les équipant des portiques de manutention sophistiqués. La taille des navires ne cesse également d'augmenter, il existe actuellement des navires de plus de 19 000 evp, le record a été battu en 2015 par la série de 5 navires appartenant à Mediterranean Shipping Company d'une capacité de 19224 evp (MSC Sveva, MSC Maya, etc.) suivis de la série de UASC (United Arab Shipping Company) comme le navire Al Muraykh, Al zubara, etc. d'une capacité de 18 800evp suivis par Maersk Moller, la série des 20 navires (Mathilde Maersk, etc.) de 18270, suivi de CMA-CGM (CMA-CGM Benjamin Frankline, CC Kerguelen, CMA-CGM Bougainville, etc.), ainsi de suite.

Pour le secteur des conteneurs, les principaux exploitants demeurent les trois mastodontes MSC, Maersk et CMA-CGM dont le siège (*Head quarter* ou *Head-office*) est basé respectivement en Suisse, Danemark et France, ils absorbent 35% en termes d'unité de mesure evp (équivalent vingt pieds³¹) de la capacité de la flotte totale de conteneurs.

La flotte en evp des principaux transporteurs est composée comme suit : environ un tiers de navires de 10 000 evp ou plus, environ un tiers de navires de 5 000 à 9 999 evp et un tiers de navires ayant une capacité de charge de moins de 4 999 evp (exception faite de la compagnie UASC qui opère notamment sur l'axe commercial est-ouest, et à sa disposition de très gros navires ainsi que la compagnie Hamburg Süd qui opère au niveau de l'axe nord-sud, et elle utilise relativement des navires plus petits).

En règle générale, des navires de 5 000 à 13 000 evp sont utilisés pour les services transatlantique et transpacifique, alors que pour le commerce Asie-Europe des navires de plus de 13 000 evp sont utilisés. Par ailleurs, les navires de moins de 5 000 EVP sont utilisés pour les services infrarégionaux, le trafic d'éclatement et les services nord-sud (voir *Lloyd's List*).

Le secteur des lignes régulières connaît une tendance vers la concentration et au gigantisme (élargissement de la taille de navires), plusieurs alliances et fusions ont eu lieu récemment

³¹ L'équivalent vingt pieds ou EVP (en anglais, twenty-foot equivalent unit : TEU) est une unité approximative de mesure de conteneur qui regroupe à la fois les conteneurs de 20 pieds et de 40 pieds.

(voir chapitre II). Ces tendances comportent des avantages et inconvénients pour l'impact qui ont sur la psychologie des offreurs et demandeurs dans ce secteur ainsi que sur le taux de fret.

Après avoir déterminé les facteurs dont repose le modèle économique de l'offre et de la demande dans le secteur maritime, nous allons tenter analyser les coûts dans le secteur du shipping business.

SECTION II: Structure des coûts du shipping business : concept d'économie d'échelle

Nous analysons dans cette section la structure des coûts du shipping business dans la double optique de court et long terme, nous mettons en valeur les facteurs déterminants des coûts et des concepts fondamentaux à l'analyse des coûts dans le secteur maritime.

A. Structure des coûts du shipping business

1. Structure des coûts dans le court terme

Dans le secteur maritime comme d'ailleurs dans les autres secteurs, on définit deux catégories de coûts à supporter, les coûts fixes ou indirects et les coûts variables ou directs, tandis que les premiers ne varient pas ou peu avec le niveau de production, ils lui sont indépendants, les seconds sont affectés directement par la variation au niveau de la production (l'output), donc ils lui sont dépendants. Il est à noter que cette distinction dans la notion de coût n'est valable que dans un horizon temporel donné c'est-à-dire à court terme. Par ailleurs, à long terme tous les coûts fixes sont variables tels que définis par les économistes. D'une part, le capital est clairement un des coûts fixes depuis qu'il ne varie pas avec la production, toute entreprise est généralement contrainte à rembourser l'emprunt (de l'achat du navire par exemple) ou son coût d'opportunité indépendamment du volume de production et même à un niveau zéro de production. D'autre part, le combustible est un des coûts variables dans la mesure où la variation de sa consommation est dépendante du niveau de production.

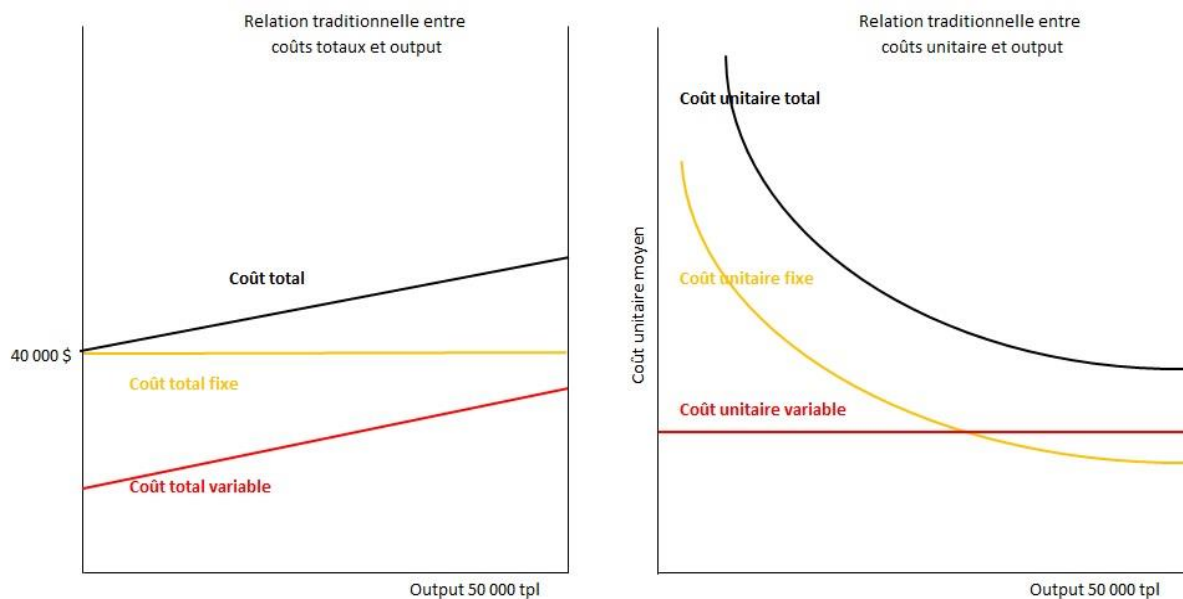
Toutefois, les principaux coûts variables pour un navire sont les coûts de voyage c'est-à-dire ceux de combustibles (à mer et à port), de droits de port et canal, de stock et fourniture d'équipage, en plus des coûts de manutention au sein des ports d'escale. Les frais de carburant

augmentent au fur et à mesure de la distance à traverser et du poids et les coûts de manutention augmentent avec le nombre de volume sous hypothèse d'analyse des coûts totaux. À vrai dire, dans le marché, les hypothèses diffèrent quand on raisonne par coût unitaire ou coût moyen (coût total divisé sur output total). Une augmentation du volume d'output entraîne une baisse du coût moyen unitaire des charges fixes.

Pour un navire de 40 000 tpl, si l'output concerne 5 000 milles nautiques pour une tonne de cargo et les coûts fixes s'élèvent à 8 000\$/jour, le voyage (ou l'expédition) prend 10 jours, donc le coût total de transport pour cette tonne de cargo sera équivalent à 80 000\$ par tonne, alors que si le nombre de marchandises s'élève à 40 000 tpl (pleine capacité), le coût moyen unitaire fixe s'installera à seulement 2\$ par tonne. Les coûts unitaires fixes donc varient avec l'output alors que les coûts totaux fixes ne changent pas, quel que soit l'output. Par ailleurs, la réaction des coûts unitaires variables est différente, ces coûts ne varient pas avec l'output, ils sont constants, alors que ces coûts variables totaux changent avec le niveau d'output.

En effet, l'addition des coûts fixes unitaires et variables unitaires forme les coûts unitaires totaux. Ces derniers atteignent le minimum pour un maximum d'output pour le transport, ceci étant inéluctable sous cet ensemble d'hypothèse pourtant il n'est pas toujours le cas dans le secteur maritime.

Figure 8: Relation entre coûts supportés et output (total et unitaire)

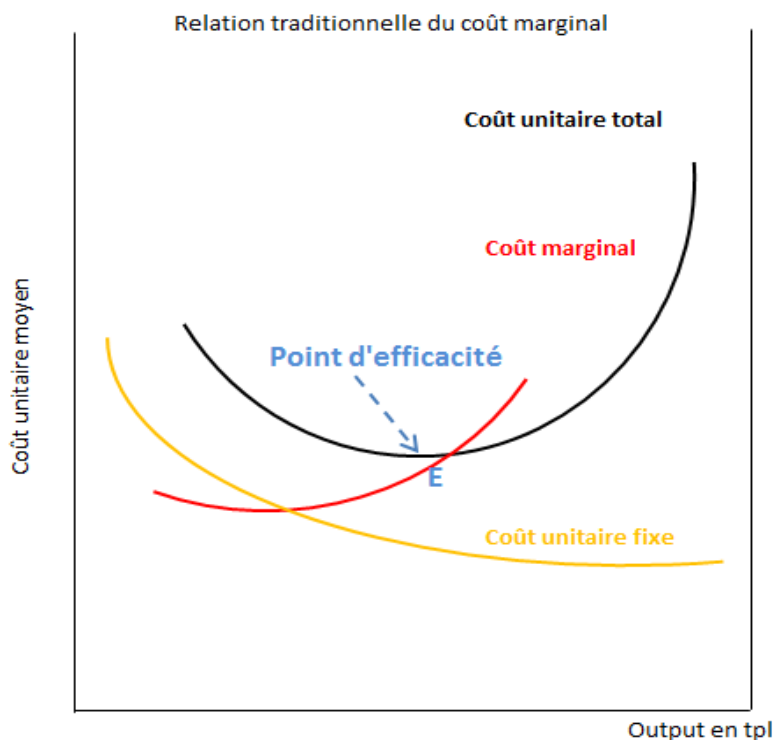


Plusieurs sources

Concept du coût marginal et d'efficacité technique

La relation entre coût et output n'est pas toujours déterminée aussi clairement que nous venions d'évoquer, elle est supposée d'être plus complexe au fur et à mesure de l'incréméntation de l'output et le coût total variable n'est pas toujours proportionnel à l'augmentation de l'output parce que le processus de production combine un ensemble d'inputs à caractère fixe et variable, le fuel est combiné à un autre input : le navire, dès lors, une combinaison non optimale des inputs entraîne une inefficacité technique (objet de la thèse) ce qui implique un coût variable supérieur à chaque stade de production, si nous augmentons la vitesse du navire, le coût variable du combustible utilisé peut augmenter démesurément à l'augmentation de l'output, il en ressorte que le coût variable proportionnel est difficilement identifiable. Les coûts unitaires totaux suivent ce qu'on appelle "la courbe en forme de U", pour la simple raison qu'à un niveau très bas d'outputs, la proportion des coûts fixes dans les coûts totaux est très supérieure qu'aux coûts variables, mais à chaque fois qu'on incrémente l'output, les coûts variables deviennent supérieurs jusqu'à dépasser carrément la proportion des coûts fixes dans la formation du coût total. À cette instance, les économistes introduisent le concept du coût marginal depuis qu'il est un important outil d'aide à la décision, à très court terme le coût marginal est relié directement aux coûts variables, car les coûts fixes à ce niveau ne sont pas modifiables, le coût marginal est défini comme le changement du coût total suite à la production d'une extra-unité, les opérateurs maritimes ne doivent accepter d'effectuer l'expédition que si le revenu généré dépasse le coût marginal d'une extra-expédition, ce coût détermine un optimum technique de production, si dans le navire il y a encore un peu d'espace, une incrémentation de l'output reste possible à la limite de la capacité du navire, à partir de ce moment, une extraexpédition d'une seule tonne de marchandise (exemple imaginaire) ne peut être acceptée dans la mesure où l'opérateur doit utiliser un autre navire, dans la réalité l'expédition concerne plusieurs tonnes, à ce stade, l'opérateur doit faire l'arbitrage entre prix de vente (revenu) et coût marginal afin de décider d'accepter le shipping business.

Figure 9: Relation traditionnelle du coût total avec le coût marginal



Plusieurs sources

2. Analyse des coûts à long terme : économie d'échelle et notion de taille optimale

Le long terme est défini par les économistes comme étant l'intervalle de temps où tous les facteurs de production peuvent varier, les coûts fixes n'existent plus. Dans le transport maritime, un élément clé de la production d'output sur une route maritime à une vitesse donnée est la taille du navire, plus large la taille, plus large le volume en tonnes ou en tonnes-milles à transporter, toute chose est égale par ailleurs. À plus long terme, la taille devient variable, c'est-à-dire que le navire est totalement amorti, son emprunt est complètement remboursé et l'armateur peut substituer le navire par un autre plus gros et en toute évidence avec plus d'espaces donc plus de taille. Les armateurs ne cessent de justifier le recours aux accords techniques (consortia, alliances de capacité) par la présence d'économie d'échelle, car montrer que les coûts moyens (unitaires) décroissent avec l'élargissement de la taille pour un marché comportant des coûts fixes importants c'est démontrer que par la collaboration dans l'achat du navire ou l'exploitation en commun des services; les armateurs visent principalement à réduire les coûts (Heaver 1994, 1996; Slack et al, 1996, 1999)³², or ceci a eu

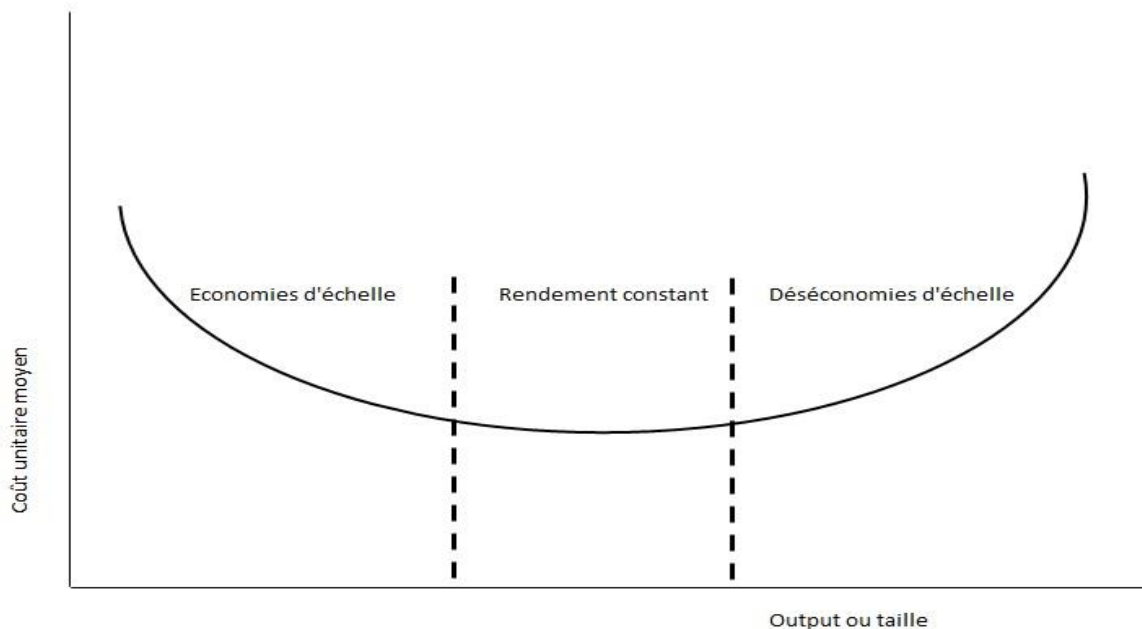
³² Pierre Cariou, les économies d'échelles dans le transport maritime de lignes régulières, Laboratoire d'économie de Nantes, Centre d'Observation et de Recherches sur les Ressources Aquatiques et les Industries Littorales (CORRAIL), les Cahiers scientifiques du Transport N° 73/2000, Pages 75-96.

comme incidence de supprimer des escales et de retarder la livraison pour les chargeurs. Ces derniers sont contraints de chercher à remodeler leur approvisionnement au long de l'année afin de ne pas se retrouver face à une situation critique d'absence de navire pour l'expédition; les ports également ont souffert, car plusieurs lignes se sont retirées à transiter par des ports.

La relation entre coût et output s'envisage à travers la notion du rendement d'échelle et il en ressort trois situations :

- Rendement croissant à l'échelle : Le coût moyen baisse avec l'accroissement de l'output (conjugué à la notion de taille de navire), quand cette situation est présente on parle d'économies d'échelle.
- Rendement constant à l'échelle : Le coût moyen ne change pas avec le niveau d'output et on parle de rendement constant.
- Rendement décroissant à l'échelle : Le coût moyen augmente avec l'output et la taille, et on dit que les déséconomies d'échelle sont présentes.

Figure 10 : Coût moyen à long terme et rendements d'échelle



On distingue deux catégories d'économies d'échelle :

- Les économies d'échelle internes qui proviennent des politiques internes de la firme permettant d'abaisser le coût de production unitaire à mesure que la production continue

d'augmenter, les charges fixes (salaire, loyer, installation...) sont mieux réparties sur un nombre important de produits.

Les grands traits des économies d'échelle concernent principalement : le management, le marketing, la finance et le risque de l'incertain.

Les économies de management, ce dernier étant le plus important, il concerne le contrôle de l'organisation, il fait partie du processus de la division du travail, chaque entité se spécialise dans un ensemble de tâches propres permettant ainsi à l'entreprise à tirer profit des économies d'échelle et ce à travers la croissance de la production et la diminution des coûts, le management renvoi également à deux concepts très fins, celui de "faire", ou de "faire faire", dans le sens l'entreprise n'a pas toujours à réaliser tout elle-même ou "faire", elle peut concéder une partie de processus à un sous-traitant, l'arbitrage entre coûts permet de se décider, en industrie informatique, on parle d'*outsourcing*, en terme général on parle d'externalisation ou de "faire faire". La théorie de l'agence cherche à modéliser la relation entre "principal" et "agent" quant à l'ensemble des problèmes qui peuvent avoir lieu suite à la délégation, à l'asymétrie de l'information, etc. dans le shipping business, les petites compagnies qui ne possèdent que d'une flotte très réduite préfère de concéder la gestion à des spécialistes en management que de gérer leur flotte d'un ou deux navires par leurs propres staffs, ils peuvent en profiter de l'économie d'échelle des grandes compagnies.

Les économies de marketing concernent principalement les économies dont l'entreprise bénéficie de la large production, les frais de publicité et la possibilité de percevoir des remises deviennent des éléments importants d'économies d'échelle.

Les économies de la finance, une grande entreprise d'une grande production peut vendre des actions au public ou négocier des emprunts qu'une petite ou moyenne entreprise ne peut effectuer.

Le risque de l'incertain

Les grandes compagnies maritimes contractent chez un réassureur/assureur, afin de minimiser les risques des sinistres/dommages, contre le paiement d'un premium ou prime annuelle d'un grand montant insupportable pour les petites compagnies, pourtant pour les grandes compagnies cela minimise le risque, car l'incident peut s'avérer très couteux. Ces contrats

prévoient des franchises que la compagnie paiera en occurrence, ces contrats stipulent également des limitations de responsabilité qui couvre également le réassureur/assureur contre des sommes insupportables, la souscription chez des assureurs s'inscrit dans le cadre des économies d'échelle des compagnies maritimes.

L'incertain dans plusieurs cas cause la faillite ou le dépôt de bilan pour les petites entreprises, car ils ne peuvent se mettre à l'abri contre des évènements incertains, les grandes compagnies au-delà de l'assurance sur le risque, diversifient leurs produits ce qui leurs permet d'atomiser le risque, de l'émettre, de le séparer ou encore de le parcelliser. La diversification à travers un portefeuille de produits rencontre des passerelles quand l'activité d'un produit est menacée, si le navire doit être 'opérer dans l'urgence' au sein des ateliers de maintenance, la compagnie peut faire la switch des cargos à transporter facilement à un autre navire, notamment quand ce dernier est en phase de désarmement (désactivé momentanément), les compagnies qui ne possèdent que de deux navires ne disposent de telle facilité de réapprovisionnement.

- Les économies d'échelle externes profitent à toutes firmes du secteur dès lors que la production augmente.

L'avènement du port dans une région par exemple fait progresser l'infrastructure au tour du port ce qui permet au secteur maritime de prospérer et de générer des économies d'échelles, les firmes profitent également de l'effet d'apprentissage avec l'expérience qui induit un fort effet positif sur la productivité de l'ensemble du secteur.

B. Coûts de fonctionnement de navire et facteurs déterminants de la relation coût-output

Les coûts de navires se partagent en trois catégories : coût de capital, coût de fonctionnement et coût de voyage.

Commission de courtage

Coût de voyage

- soutes
- droits portuaires
- droits de canaux

Coût d'exploitation

- personnel
- assurance
- maintenance
- administration

Coût du capital

- prix d'achat, coût de financement du navire"

Dans le cadre des hypothèses que nous avons soulignées dans les paragraphes précédents, divers facteurs impactent la variation au niveau de l'output, et nous citons :

Facteur de chargement :

Un navire complètement chargé incite les coûts moyens à baisser, si le navire navigue tout en ayant un facteur de chargement restreint ne gagne pas en économie d'échelle.

La vitesse du navire :

La règle est telle que 1% d'augmentation de vitesse nécessite une augmentation de 3% de plus en combustibles, les compagnies maritimes procèdent par arbitrage, car augmenter la vitesse signifie également augmenter l'output comme nous avons expliqué dans les paragraphes précédents, mais si le coût de combustible est élevé et l'atmosphère du shipping business n'est pas favorable, il vaut mieux réduire la vitesse. Il est à noter que l'augmentation de la vitesse n'est pas également confortable pour l'équipage de navire, car on se sente trop de vibration au niveau du bridge (du navire), en plus de la difficulté de maîtrise de manœuvre du navire.

Changement de la distance :

Sous hypothèse de vitesse fixe, une distance plus longue implique un accroissement des coûts de fonctionnement, car le navire gaspillera plus de temps dans son voyage, chaque extra mille va générer de coût et la compagnie doit se rendre compte du coût marginal dans ce cas.

Temps à port et à mer :

Le temps qu'occupe le navire dans le port est un élément d'économie d'échelle, les navires-mères de grande longueur généralement passent plus de temps dans le port, mais leur productivité est très supérieure qu'à celle des navires nourriciers, bien que les coûts des gros navires sont supérieurs au sein du port, ils génèrent de l'économie d'échelle pour la bonne productivité au sein du port (toute chose étant égale par ailleurs), les petits navires ne sont pas stables à quai, ils ne permettant pas aux portiqueurs d'élever la productivité donc le navire à vrai dire passe plus de temps quand on raison par nombre de mouvement effectué. Les gros navires passent plus de temps dans la mer, afin d'optimiser le voyage en générant d'énormes outputs que les petits navires qui font "le navet" ce qui ne leur permet pas de profiter au maximum des avantages d'économie d'échelle.

Temps en ballast :

Une réduction de la proportion de la journée en ballastage³³ réduit le coût moyen par tonne de marchandises à délivrer.

La taille de navire :

Comme nous avons clarifié, l'élargissement de la taille de navire permet de réaliser des économies d'échelle.

C. Les effets de régimes fiscaux et d'immatriculation du navire sur les coûts

Le régime fiscal des pays joue un rôle important dans la modification des coûts moyens de fonctionnement à long terme, ceci étant donné que l'investissement dans le maritime est très couteux, le navire est un actif de grande valeur, son amortissement s'étale parfois sur 15 ans. Certains navires battent pavillon d'un État/pays autre que celui dont ressortissent leurs propriétaires, et il en surgit deux concepts, celui de "nationalité des propriétaires du navire" et "localisation des propriétaires effectifs", dans ce contexte le concept de la "flotte nationale" devient impertinent et flou, le pays qui détient le plus de navires est la Grèce alors que ses propriétaires ont basé leurs compagnies dans d'autres pays notamment au Royaume-Uni, 112 navires grecs sont exploités par des compagnies basées sur le Royaume-Uni. La taxation est un élément important dans l'investissement des navires, il génère de la profitabilité. Dans un

³³ Un ballast est un réservoir d'eau de grande contenance équipant certains navires. Il est destiné à être rempli ou vidangé d'eau de mer afin d'optimiser la navigation.

souci d'encourager les propriétaires envers l'immatriculation de leurs navires, un nombre de pays a introduit dans la dernière décade le concept de "taxe-tonnage".

La distinction entre les concepts de «nationalité du propriétaire ultime» et de «localisation des propriétaires effectifs» pourrait alors se préciser davantage, ce qui rendrait moins utile la notion de la flotte nationale, parce que les propriétaires de navires et les investisseurs pourraient délocaliser de plus en plus leur activité dans les pays qui offrent un marché local attractif, un régime fiscal favorable et d'emploi et un cadre juridique et règlementaire moderne, et aussi qui disposent éventuellement d'un pôle regroupant les services maritimes, logistiques et d'assurance nécessaire.

Des auteurs comme Peter Marlow³⁴, kyriaki Mitroussi, Gardner, Goss ont mis l'accent sur le caractère non pertinent du régime de fiscalité dans l'industrie maritime, principalement dû à ce qu'on appelle "pavillon de complaisance" ou pavillon de libre immatriculation, c'est-à-dire, la propriété et le contrôle du navire, se situent dans un pays autre que celui du pavillon où il est immatriculé selon la définition de l'ITF (*International Transport Federation*).

En 1983, Bergstrand définit le pavillon de complaisance ainsi :

*"A flag of convenience is a flag of a state whose government sees registration not as a procedure necessary in order to impose sovereignty and hence control over its shipping but as a service which can be sold to foreign shipowners wishing to escape the fiscal or other consequences of registration under their own flags."*³⁵

À partir de cette définition, nous relevons que les armateurs choisissent ce pavillon pour son caractère peu contraignant en matière de fiscalité, de sécurité ou de droit de travail où est soumis l'équipage. L'immatriculation sous un pavillon de complaisance présente des avantages pour les armateurs : un avantage financier dans un premier lieu, et un avantage d'échapper au contrôle et visite techniques dans un second temps, bien qu'obligatoire, cela laisse aux armateurs la marge d'annuler ou de retarder les travaux coûteux.

³⁴ Peter Marlow, kyriaki Mitroussi, *The Blackwell Companion to Maritime Economics*, Chapter 15, Shipping Taxation, Page 304, 2012. Copyright © 2012 Blackwell Publishing Ltd.

³⁵ Peter Marlow, kyriaki Mitroussi, *The Blackwell Companion to Maritime Economics*, Chapter 15, Shipping Taxation, Page 304, 2012. Copyright © 2012 Blackwell Publishing Ltd.

L'ITF fait le constat suivant : « Les risques sont plus grands à bord des bateaux portant un pavillon de complaisance. En 2001, 63 % des pertes en tonnage absolu étaient liées à treize pavillons de complaisance. Les cinq premiers pavillons en nombre de bateaux perdus sont tous de complaisance : Panama, Chypre, Saint-Vincent, le Cambodge et Malte. »³⁶

Plusieurs efforts sont entrepris par des pays afin de récupérer le trafic et le revenu de taxation qui leurs échappent en mettant en place un ensemble de mesures incitatives, mais ces efforts n'ont pas encore porté leurs fruits, les navires *sous-normes* continuent de casser le prix et d'échapper à la taxation (fiscalité), ceci revient majoritairement au fait que l'industrie maritime présente des caractéristiques propres notamment celles de choisir "à sa guise" le pays d'immatriculation, donc l'armateur/fréteur (ou son banquier) peuvent choisir librement le pays d'enregistrement, le choix se porte souvent sur le volet financier c'est-à-dire qui minimise le coût et génère du trafic, et il existe une myriade de choix de registres parmi lesquels figurent les "*opens-registers*" ou "*flag of convenience*", mais qui présente énormément de risque comme nous venons de discuter.

Toutefois, il est à noter que les autorités portuaires peuvent arrêter le navire *sous-normes* en l'obligeant de faire en urgence des réparations qui paraissent nécessaires à sa navigation.

Par anecdote, lors des naufrages et marées noires, les responsabilités ne sont pas facilement établies. Par exemple pour le naufrage du *Prestige*, le propriétaire était basé au Liberia, battant pavillon des Bahamas, l'armateur était grec, le certificat d'aptitude à la navigation avait été délivré par une société américaine après une inspection à Dubaï, l'affréteur était immatriculé en Suisse par *Crown Ressources* et filiale du groupe russe *Alfa*, l'équipage était roumain et philippin et les officiers grecs, quant à la marchandise, c'était du pétrole russe chargé en Lettonie à destination de Singapour.³⁷ Les impacts écologiques ont capté le plus d'attention pour le risque qu'il génère sur la nature et l'humain, une thèse de doctorat a été dédiée à l'exemple du *Prestige*.³⁸

³⁶ <http://www.itfglobal.org/en/transport-sectors/seafarers/in-focus/flags-of-convenience-campaign/>

³⁷ Divers sources de presses

³⁸ Cécile Tocheport, Isabelle Baudrimont, La pollution pétrolière du *Prestige* : conséquences biologiques sur la faune et la flore et effets sur la santé humaine, Thèse en pharmacie, Université de Bordeaux, 2004.

Nous venons de décortiquer la structure des coûts dans le secteur maritime dans le long et le court terme, l'analyse des coûts permet de mettre en évidence les concepts de coûts fixes et variables ainsi que le concept de coût marginal; enfin, nous avons détaillé les coûts de fonctionnement de navire et la relation entre coût et output; l'effet de régimes fiscaux est crucial dans l'analyse des coûts dans le secteur maritime et l'économie d'échelle est l'un des objectifs primordiaux des acteurs dans le secteur. Dans ce qui suit, nous allons essayer de mettre en évidence la compétitivité du secteur du transport maritime et particulièrement ce qui distingue la ligne régulière et sa structure de concurrence, nous allons essayer de jeter la lumière sur le rôle fondamental que jouent les ports maritimes et les terminaux à conteneurs.

SECTION III: La compétitivité et le rôle des ports et terminaux à conteneurs

Dans cette section, nous décortiquons la compétitivité dans le secteur de la ligne régulière, nous mettons le point sur la révolution de la conteneurisation et nous mettons l'accent sur le rôle et les fonctions du port et terminal à conteneurs.

A. La compétitivité dans le secteur de la ligne régulière

Le secteur de la ligne régulière diffère sur un ensemble de points par rapport aux autres secteurs du shipping, que ce soit par la nature du service ou par la manière d'octroi du service. La structure du marché est oligopolistique en terme économique à la différence de la structure de concurrence pure et parfaite du secteur vraquier et pétrolier par exemple où la compétition se joue sur le seul facteur de prix, cela ne signifie pas l'absence de concurrence dans le secteur de la ligne régulière, mais tout simplement que la compétition se joue sur d'autres facteurs. Le secteur de la ligne régulière s'est révolutionné grâce à l'arrivée en scène de la conteneurisation, bien que l'ancienne littérature du domaine est maintenant passée en désuète, un retour à l'historique est impératif à la compréhension du développement récent qu'a connu le secteur de la ligne régulière notamment le concept des conférences est de toute importance.

1. Essai de définition et spécialisation de la ligne régulière

1.1 Essai de définition de compétitivité

Le terme compétitivité est souvent confondu avec des concepts quoique proches dans leurs contenus n'ont pas pourtant la même signification. Au niveau de la firme, la notion de compétitivité recouvre plusieurs champs tels que sa performance productive, commerciale ou financière. Le manque de compréhension de ces concepts peut parfois mener à de mauvaises interprétations et d'analyses des facteurs déterminants et explicatifs de la réussite d'une firme. La compétitivité étant une notion complexe, qui peut être aussi indifféremment utilisée au niveau d'un pays ou d'un secteur.

D'abord, un retour à la définition du terme compétitivité est nécessaire :

Étymologiquement, le terme compétitivité est dérivé de compétition provenant de l'anglais *competition*, il trouve ses sources dans le latin du terme *compétition*, *competere*, le terme renvoi à un ensemble de concepts proches et interreliés comme concurrence, compétition, rivalité.

Le qualificatif de compétitif se rapporte à la compétition c'est-à-dire ce qui est capable de survivre à la concurrence. La compétitivité, c'est l'aptitude d'un individu, d'une société, d'une entreprise, d'un secteur ou d'une branche économique, d'une organisation, d'un pays, d'un territoire, d'une nation... à faire face à la concurrence effective ou potentielle.

Compétitivité d'une entreprise

La compétitivité d'une entreprise est sa capacité à fournir ou à vendre des biens et services marchands durablement sur un marché tout en étant en mesure d'affronter les concurrents et les compétiteurs. Elle est liée à court terme à l'évolution de la part du marché de l'entreprise et à long terme représente ses performances, sa croissance. Elle repose traditionnellement sur trois critères : prix, qualité, coût. Au-delà de ces critères traditionnels, les déterminants de la compétitivité s'étendent aux domaines du management de l'entreprise, du marketing, du design, de sa discipline à la réglementation, du respect des normes de l'environnement et de la responsabilité sociale... bref ses performances globales à long terme. Le diagnostic des forces et faiblesses, de la productivité de l'entreprise comparée aux meilleures du secteur permet de prendre comme références les meilleures pratiques du marché, raffolant ainsi le concept du *benchmarking*.

Selon l'origine des facteurs de compétitivité d'une entreprise, d'un secteur économique ou d'une économie nationale, on distingue principalement :

- La compétitivité-prix :

C'est la compétition que se livrent les entreprises sur les prix. La compétitivité-prix résulte en général de gains de productivité (économie d'échelle, progrès technique, etc.), d'une sous-évaluation de la monnaie nationale, etc. Entre produit ou service équivalent des entreprises, la plus compétitive est celle qui propose les prix les plus bas.

- La compétitivité-coûts :

Il s'agit de celle qui compare l'évolution des coûts principalement du salaire, des matières premières, du transport et du coût du capital par rapport aux concurrents. Pour Sharples et Miham (1990)³⁹ *"la compétitivité est la capacité de fournir des biens et services au temps, place et forme requise par les acheteurs étrangers à prix égal ou meilleur que celui des autres fournisseurs potentiels tout en gagnant au moins le coût d'opportunité des ressources employées"*.

- La compétitivité hors prix (et hors-coûts):

C'est la compétition par d'autres facteurs décisifs et avantages concurrentiels autres que le prix de vente et coût de revient, elle repose sur l'innovation, l'amélioration de la productivité et la qualité, l'image de marque, les services associés (logistique, SAV, etc.), les délais de livraison, le processus de vente, l'ergonomie, le design, etc. souvent utilisés (facteurs) par les pays développés comme outils de différenciation par rapport aux pays en développement dont le coût de main-d'œuvre est très concurrentiel (très faible).

McFetridge (1995)⁴⁰ associe la mesure de la compétitivité au niveau de l'entreprise à la rentabilité, à la productivité, à la maîtrise des coûts, à la valeur ajoutée, à la part de marché, à l'innovation technologique, et aux qualités des produits.

Michael Porter considère que l'effort d'expliquer la compétitivité et trouver des réponses au

³⁹ Sharples, J. et Milham, N, Long run competitiveness of Australian agriculture. USDA, Economic Research Services, Foreign Agricultural Economics Report 243. 1990

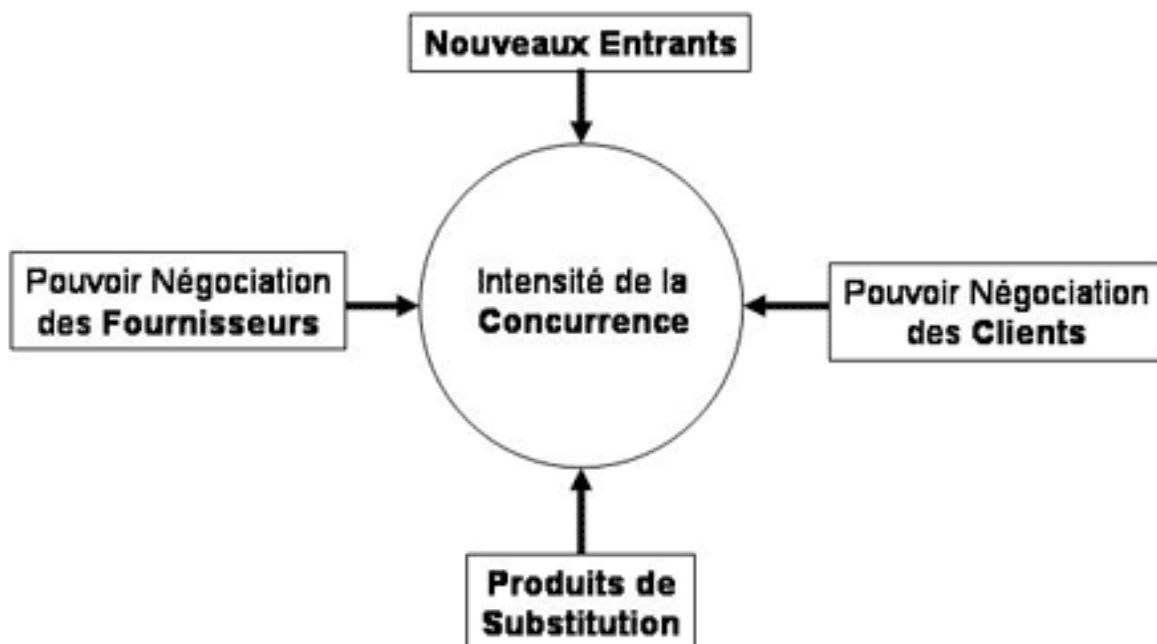
⁴⁰ McFetridge, Donald G, La compétitivité : notions et mesures, document hors-série n°5, Ottawa, Industrie de Canada, 1995.

niveau national n'est pas correct, se focaliser sur toute l'économie n'est pas possible, selon l'auteur, l'entreprise doit cibler des industries spécifiques ou encore des segments et niches. Porter met l'accent sur les déterminants explicatifs de la compétitivité, il fonde son analyse sur deux éléments socles à savoir 1) la structure de l'industrie dans laquelle évolue l'entreprise et 2) son positionnement au sein de l'industrie. Chaque industrie présente des avantages en termes de rentabilité de par la structure et le positionnement, deux éléments dynamiques sont indispensables dans le choix de la stratégie d'entreprise. La rentabilité étant définie comme le rapport entre un revenu obtenu ou prévu et les ressources employées pour l'obtenir.

Michael Porter est rendu célèbre pour son analyse de la façon dont une entreprise peut obtenir un "avantage concurrentiel" connu également par "avantage compétitif", cela se passe à travers la maîtrise de son environnement concurrentiel mieux que les concurrents. M. Porter élabore le modèle des cinq facteurs qui influent sur le marché, connu par ce qu'on appelle les forces de Porter.

- l'intensité de la rivalité entre les concurrents ;
- le pouvoir de négociation des clients ;
- le pouvoir de négociation des fournisseurs ;
- la menace d'entrants potentiels sur le marché ;
- la menace des produits de substitution ;

Figure 11 : Les cinq forces du Porter



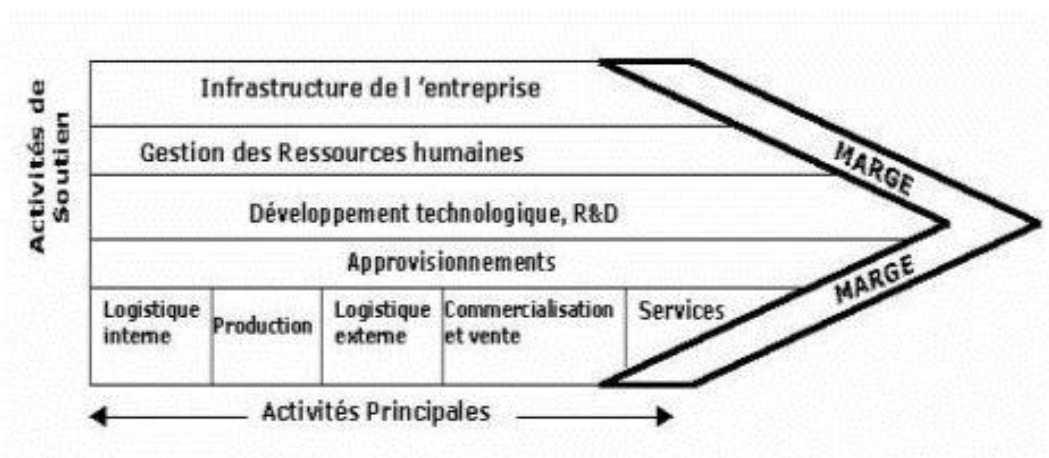
Source : Porter (1993)

Plus tard Porter ajoute les compléments (les intermédiaires qui ne sont ni client ni fournisseurs), certains auteurs parlent d'une autre force celle des autorités publiques. Porter introduit la fameuse chaîne de valeur qui permet à l'entreprise de déterminer la capacité d'un DAS (Domaine d'Activité stratégique) à acquérir un avantage compétitif.

Figure 12 : Chaîne de valeur de Porter (1980)

Schéma classique de la chaîne de valeur

(Michael Porter, 1980)



Source : Porter (1993)

Porter, à travers la chaîne de valeur met en évidence les activités qui permettent de créer de la valeur et donnent l'avantage concurrentiel, en distinguant celles principales et celles de soutiens que les entreprises se doivent d'identifier pour une meilleure compétitivité. Les entreprises sont appelées à faire le diagnostic des forces et faiblesses, cerner les atouts, apprécier les coûts de chaque activité et enfin tenir compte de la performance globale à travers la performance de chaque activité, mais aussi la performance de liaison entre activités (synergies).

Toutefois, Porter met l'accent sur le fait qu'en gérant sa chaîne de valeur comme un système harmonisé que l'entreprise peut acquérir un avantage concurrentiel. Dans ce sens, la chaîne de valeur doit être appréhendée comme un système d'interdépendances, un réseau d'activités liées les unes aux autres et qui se base sur les coûts pour retrouver les sources de l'avantage. De ce fait, la chaîne de Porter est au cœur de la compétitivité d'une entreprise.

Par ailleurs, Porter a mis en valeur la notion d'innovation dans le sens large du terme qui inclue à la fois des technologies nouvelles et des méthodes novatrices.

*"Companies achieve competitive advantage through acts of innovation. They approach innovation in its broadest sense, including both new technologies and new ways of doing things. They perceive a new basis for competing or find better means for competing in old ways. Innovation can be manifested in a new product design, a new production process, a new marketing approach, or a new way of conducting training. Much innovation is mundane and incremental, depending more on a cumulation of small insights and advances than on a single, major technological breakthrough. It often involves ideas that are not even "new"—ideas that have been around, but never vigorously pursued. It always involves investments in skill and knowledge, as well as in physical assets and brand reputations"*⁴¹.

Compétitivité d'un pays

Le concept de compétitivité a été transposé de l'entreprise à celui de pays, mais cette fois le terme a porté beaucoup de controverse. Nous retenons dans cette ligne d'idée la définition du Forum Économique Mondial FEM : "La compétitivité est la capacité d'un pays à atteindre de manière soutenue de hauts indices de croissance et de son PIB per capita".

En regard des exportations au niveau d'un pays, "la compétitivité-prix compare l'évolution des prix d'exportation à celle des partenaires. Le taux de change peut avoir un impact important sur la compétitivité-prix : une dépréciation de la monnaie nationale entrainera une amélioration de la compétitivité-prix".⁴²

Paul Krugman considère que l'analogie entre pays et entreprise est impropre, il trouve hasardeux de pousser trop loin la comparaison nation-entreprise, la production de l'entreprise est destinée aux consommateurs finaux et non aux salariés de l'entreprise qui ne consomment rien ou presque rien de la production de l'entreprise, à la différence d'un pays où la moitié, voire les trois quarts, de ce qui est produit est destiné aux consommateurs nationaux.

⁴¹ Michael Porter, The Competitive Advantage of Nations, Harvard Business Review, March-April, p. 75, 1990

⁴² www.insee.fr

Pour Krugman, "la compétitivité ne serait que le mot poétique pour exprimer la productivité d'un pays", et a donc peu à voir avec une lutte pour les parts de marché. Le meilleur indicateur serait alors celui de l'évolution de la productivité des facteurs de production à long terme. La démocratie, l'absence de corruption et la paix civile, ou, en d'autres termes, la bonne gouvernance publique deviennent alors les éléments clés de la compétitivité. Les défauts de compétitivité reflètent, dans cette optique, des défauts de gouvernance⁴³.

1.2 Essai de définition de la ligne régulière

Pour analyser proprement la compétitivité de la ligne régulière, il va falloir définir proprement ce qu'est la ligne régulière.

Le marché de la ligne régulière diffère carrément des autres secteurs de l'économie maritime. Ce n'est pas le cas par exemple des pétroliers où la définition du secteur s'appuie sur la technologie, dans ce cas de type de navire, dans la ligne régulière, plusieurs typologies de navire existent, il serait donc indéniable de définir la ligne régulière par les caractéristiques opérationnelles que par la technologie du secteur.

La ligne régulière est définie par les glossaires de la logistique maritime comme étant "(par opposition au « tramping » ou navigation à la demande) tout service assuré par une compagnie maritime, ses navires naviguant à intervalles réguliers entre des ports déterminés. La desserte maritime est organisée selon un itinéraire fixe, les ports identifiés à desservir l'étant à une fréquence déterminée. Le chargeur (industriel ou commerçant) désirant utiliser ces lignes s'accorde avec l'armateur sur les conditions de transport."⁴⁴

Bennathan et Walter, dans *The Economics of Freight Rates Praeger : New York* souligne le caractère régulier et programmable du service des lignes maritimes par opposition au tramping qui se fait sur la base de la demande, c'est ce caractère de régularité et de planification qui marque ainsi la différence en regard des autres secteurs maritimes, en 1984, la Commission Maritime Fédérale (CMF) des États-Unis propose 14 jours comme période de fréquence minimum pour les services de ligne régulière.

⁴³ Jean-Louis Muchielli, "Compétitivité", Encyclopedia Universalis, www.universalis.fr

⁴⁴ Maritime Logistics & Trade Consulting, CATRAM, Etude de marché sur les terminaux portuaires à conteneurs, en Afrique de l'Ouest et du Centre, Rapport final 2013.

Earnest Fayle⁴⁵ définit extensivement le service de ligne régulière, "*strictement parlant, le service des lignes implique aujourd'hui une flotte des navires, sous contrôle ou propriété commune, qui offrent un service fixe, à intervalle régulier, entre ports nommés, qui se déclarent comme transporteurs communs de cargaisons ou passagers nécessitant le transport entre ces ports et prêt pour le transit sous des dates de voyage. L'itinéraire fixe dans le service régulier et l'obligation d'accepter le transport marchandises ou passagers, en étant plein ou non, dans des délais publics programmés à l'avance, ceci et non la taille ou la vitesse du navire qui distingue le service des lignes comme chez des vraciers.*"

Il en ressort de ce qui précède les grands traits à prendre en considération dans toute définition du service régulier à savoir :

- Flotte de navires sous gestion commune
- Voyage maintenu que le navire soit vide ou plein
- Service régulier entre intervalles de temps fixé à l'avance
- Entre ports déterminés
- Obligation du transport maritime

La catégorie du navire n'est pas prise dans la définition de service de lignes maritimes régulières pour la simple raison qu'il existe de multiples catégories

Service à calendrier déterminé

Le critère du service garanti aux expéditeurs est primordial à l'heure où le juste à temps (Jat) devient un élément clé de la logistique moderne, les expéditeurs sont à la recherche constante d'honorer les échéances selon les critères, délai, coût et qualité, cela minimise leurs coûts de stockage et d'inventaire. Le Jat dépend de la qualité de service et sa régularité c'est-à-dire selon un calendrier fixé au préalable.

Management en commun

La propriété commune est l'une des caractéristiques actuelles du shipping business, plusieurs armateurs et plusieurs compagnies se mettent en partenariat pour desservir conjointement une route commerciale, le management revient à une compagnie parmi celles en partenariat et on parle de l'alliance. Desservir la route chaque fois par une compagnie différente de l'alliance

⁴⁵ E. Fayle, short History of the World's Shipping Industry, 2005

donnée permet de rationaliser les ressources des compagnies maritimes en alliance. Toutefois, elles coïncident dans certains ports et ne coïncident pas dans d'autres, la couverture étant de ce fait assurée.

Navigation à pleine charge ou vide

Dans le souci d'honorer les échéances, les compagnies maritimes offre le service de la ligne régulière c'est-à-dire dont le calendrier est déterminé à l'avance, mais cela va générer des situations de navigation où le navire n'est pas complètement chargé, cela survient notamment quand le voyage aller-retour n'est pas équilibré, les navires partent dans un sens avec un tpl nettement supérieur que dans l'autre sens du voyage notamment la capacité se détermine par rapport à la charge complète sur une route, donc une des préoccupations majeures des compagnies consiste à assurer des voyages plein ou quasi plein. La prise en considération de la capacité du voyage des services réguliers dans la détermination des prix par les armateurs est l'un des soucis de la ligne régulière.

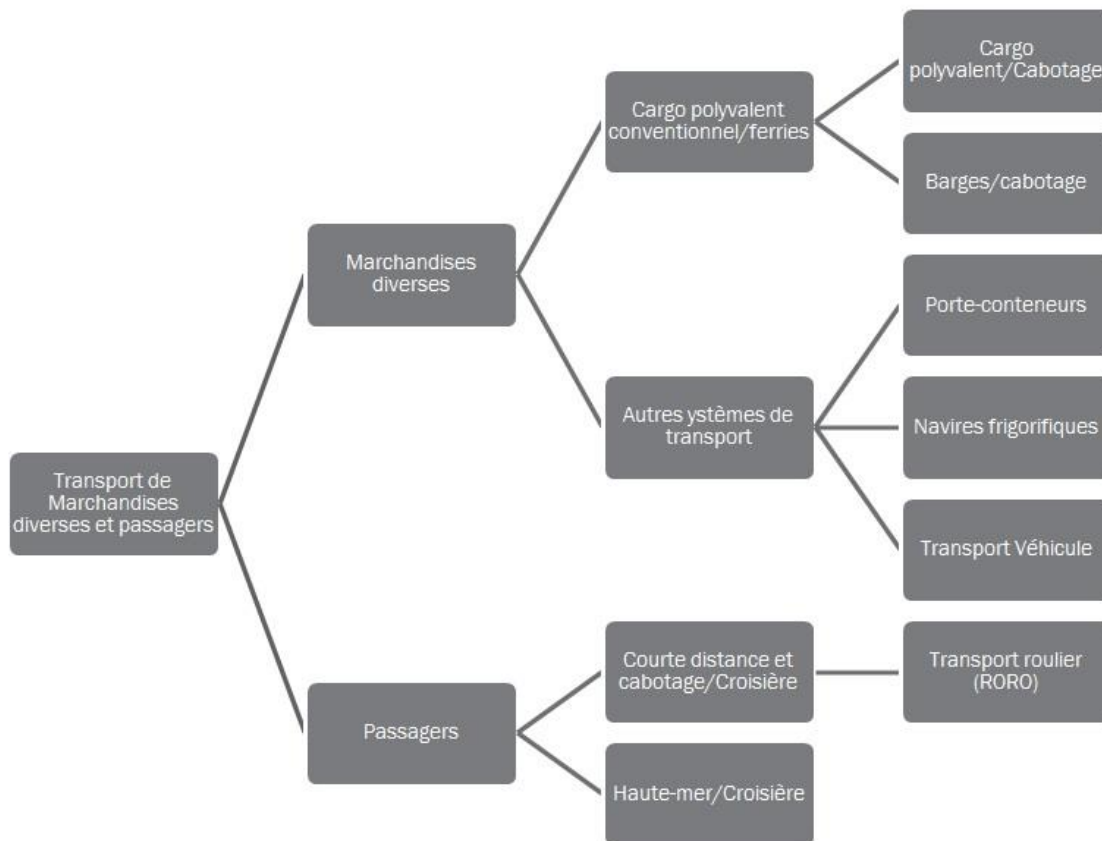
Spécialisation de la ligne régulière

Le marché de la ligne régulière a connu une certaine spécialisation, cela se voit dans les différentes catégories de navires exploités et spécialement conçus pour répondre aux exigences des différentes niches du secteur régulier, ce qui indique le changement dans les conditions du marché qui s'est survenu au cours du temps.

La compétition dans le secteur des liners a tant évolué dans le temps. Avant 1980 le navire de cargo polyvalent (*general cargo ship*) fut le plus utilisé dans le transport de marchandises diverses, actuellement plusieurs types de transport sont conçus et destinés pour le transport d'une marchandise particulière et aussi pour passagers, la figure suivante montre l'évolution dans les types de navires selon le type de cargo.

Des milliers de types de marchandises existent dans le marché selon le besoin des consommateurs, il entre dans la catégorie de marchandises diverses, les ordinateurs, les composants électroniques, vitres et bris de verre, produits de textile, laine et cuir, thé et café, plastique, ciment, les surgelés, les fruits et légumes frais et traités, agriculture et produits agroalimentaires, les machines industrielles, les automobiles (assemblés ou en composantes), etc.

Figure 13 : Évolution des types de navires



Jadis, ces marchandises diverses utilisent le navire polyvalent, aujourd'hui, l'industrie maritime a conçu des navires plus spécialisés comme susindiqués dans la figure précédente, pourtant on y trouve les différents types de marchandises dans un seul navire, ainsi dans le roulier, plusieurs types de remorques de marchandises diverses y sont embraquées, dans le porte-conteneur également, ainsi de suite.

Toutefois, la majorité de ces marchandises diverses sont durables, les chargeurs conçoivent désormais des zones de stockages propres et conditionnés, les chargeurs sont alors de plus en plus intéressés par ce secteur de ligne régulière de par l'ensemble des avantages qu'il procure, principalement le principe de régularité (calendrier fixe) pourvu qu'il commercialise des produits licites, légaux et respectant la sécurité humaine et environnementale. Dans ce cadre, l'histoire montre clairement à travers les statistiques les fluctuations qui ont touché le secteur et nous pouvons observer la montée en surface peu ou prou de la conteneurisation que nous évoquerons plus tard et la baisse du volume dans le type de navire à cargo polyvalent, ceci ne signifie pas la disparition de cette niche puisque certains ports sous-équipés continuent de privilégier cette catégorie de navire.

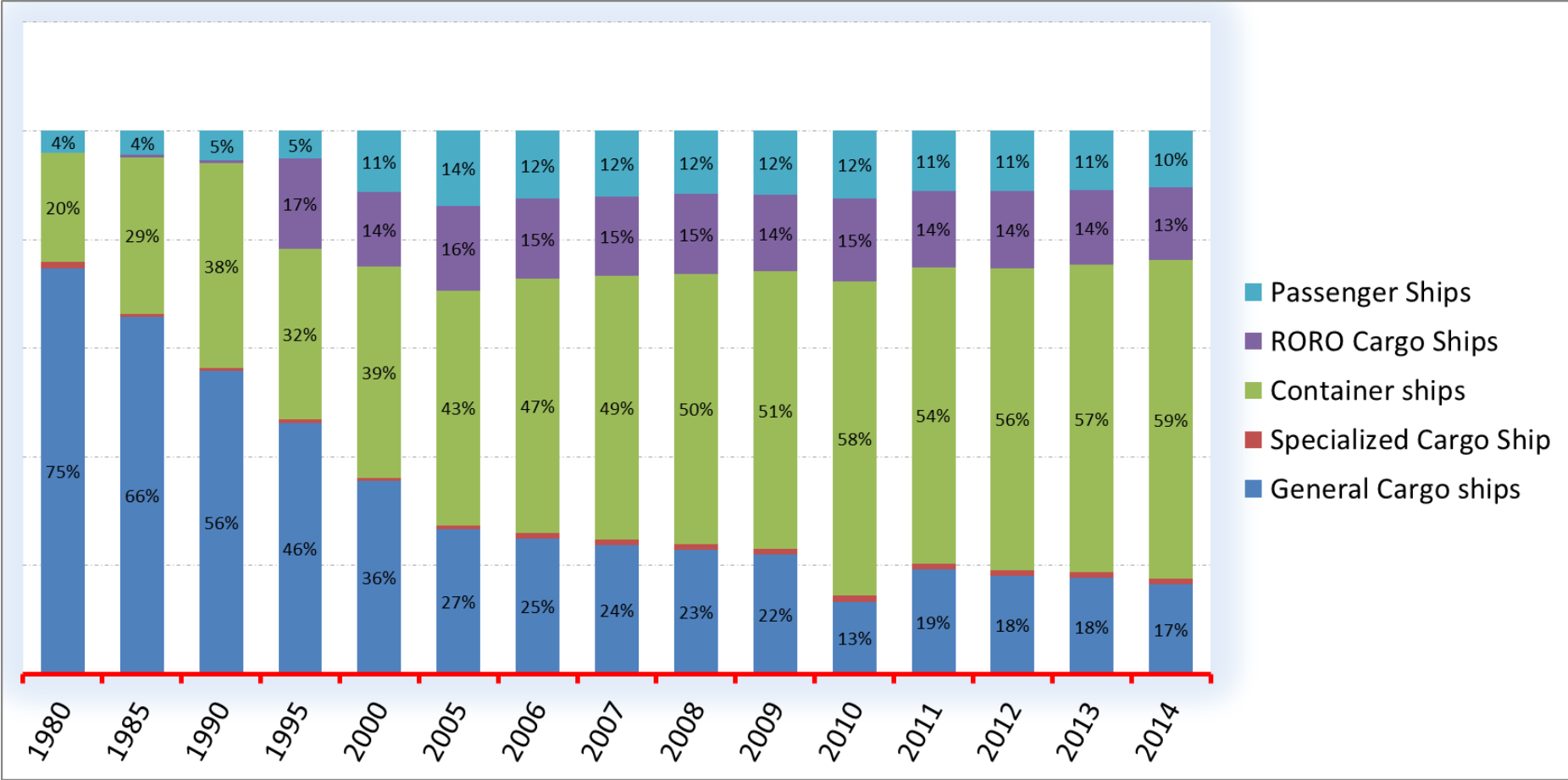
Tableau 3 : Évolution en 1000 tonnes des navires de la ligne régulière

Ship Type	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
General Cargo ships	47 700	43 400	36 900	56 800	54 900	51 081	60 040	61 885	64 286	61 720	36 525	60 291	57 025	57 739	58 209
Specialized Cargo Ship	800	400	300	700	700	1 398	2 266	2 539	3 008	3 070	3 252	3 245	3 386	3 602	3 858
Container ships	12 800	19 000	24 900	38 700	60 200	82 843	112 759	126 151	139 455	143 130	158 112	169 886	175 627	184 927	206 128
RORO Cargo Ships	0	300	300	20 400	21 300	29 804	35 363	37 954	41 183	39 636	41 704	43 969	44 756	45 181	47 333
Passenger Ships	2 600	2 900	3 600	6 200	17 300	26 465	30 014	31 221	32 653	32 922	34 100	34 367	34 892	35 416	36 547

⁴⁶ Source : Equasis Statistics

⁴⁶ Equasis Statistics, The world Merchant Fleet, plusieurs éditions

Figure 14 : Répartition selon la taille en tonnage brut des différents types des navires de la ligne régulière



Source : Equasis Statistics

Nous observons un sursaut, au niveau des porte-conteneurs, expliqué par la révolution de la conteneurisation de 20% en 1980 à 59% en 2014 le tonnage brut est passé de 12 millions à 206 millions tonnes entre la période 1980-2014, et une diminution drastique de la part des navires polyvalents de 75% à 17% dans la même période. Nous observons l'importance que commence à prendre l'activité roll on-roll off (RO-RO), le tableau 3 montre une évolution positive du tonnage brut pour le type des navires rouliers, qui est passé de 300 mille tonnes à 47 millions tonnes, dont l'importance est également liée à la révolution de la conteneurisation qu'a connu le domaine de la ligne régulière.

À l'ère actuelle, la conteneurisation a modifié le secteur des *liners*, particulièrement en mettant en valeur les porte-conteneurs comme principaux moyens de transport des marchandises, en contribuant à la séparation entre activités des passagers et celle des cargos et en diminuant le trafic des navires polyvalents qui sont remplacés par d'autres plus spécialisés, mais cette niche continue de survivre, car certains volumes de marchandises sont toujours irréguliers ou la marchandise est très spécifique qu'elle nécessite le transport via des navires polyvalents.

En effet, les chargeurs connaissent des difficultés quant à l'ensemble des pratiques anticoncurrentielles des armateurs dans ce secteur; à la différence des autres secteurs maritimes comme chez les vraquiers et pétroliers où la concurrence féroce des compagnies avantage les expéditeurs/chargeurs et on parle de la concurrence parfaite dans ces secteurs dont la compétition se joue directement sur les prix alors que dans la ligne régulière la compétitivité des armateurs ne table pas sur le seul élément prix; le respect des échéances et la livraison passent en premier stade des soucis des chargeurs, donc aussi des armateurs. Malgré la diversité des marchandises, des caractéristiques essentielles leur sont communes, les résultats d'une enquête américaine⁴⁷ trient plus de 11 caractéristiques selon le degré d'importance pour les chargeurs, ainsi que les armateurs (voir tableau n°4). Ces derniers sont de plus en plus concentrés préférant de se regrouper afin d'honorer leurs obligations, en cherchant d'étendre leur champ de couverture en plusieurs ports/pays et en quête toujours de baisser le coût (du navire), la structure du marché dans ce cadre est oligopolistique, le système de conférence qui a été banni continue réellement d'exister, aujourd'hui les alliances sont considérées comme une extension aux formes anticoncurrentielles développées des

⁴⁷ Alderton évoque le résultat de l'enquête dans son ouvrage *reefs sea transport: Economics and operations*, 5^{ème} édition, 2005

conférences maritimes, les prix sous ces conditions sont administrés, l'évolution du prix montre cette tendance quasi constante des prix au cours du temps pour ce secteur des liners justifier par la structure en oligopole du marché des *liners*.

Tableau 4 : Classement des caractéristiques des chargeurs en comparaison avec le modèle Ford

	Ce que recherchent les chargeurs		Ce que recherche Ford
1	Livraison à temps	1	Bilan de sécurité
2	Fiabilité et Réactivité globale	2	Prix
3	Prix	3	Stabilité financière
4	Prise en charge en temps voulu	4	Prestation de transit
5	Délai de transit	5	Traitements des réclamations
6	Service du territoire	6	Équipements convenables
7	Précision et ponctualité de la facturation	7	État du matériel
8	Équipements appropriés	8	Capacité des EDI
9	Degré de contrôle	9	Facilité dans la pratique des affaires
10	Traitements des réclamations	10	Innovation
11	Capacité de traçabilité	11	

Source : Alderton 2005

La fiabilité est un élément majeur pris en considération par les mastodontes des compagnies maritimes, notamment avec l'intermodalisme au niveau de ces compagnies, dont la prestation de service, s'est étendue pour occuper toute les phases de la *supply chain logistics*.

L'intégration : les compagnies maritimes offrent de plus en plus un service maritime porte-à-porte intégré aux chargeurs en diversifiant ainsi les modes de transport qui intègre terrestres et maritimes. L'intermodalité du transport exige un processus qui parte du fournisseur du fournisseur au client du client incombant une intégration de la chaîne logistique :

- 1- Depuis le chargeur (*shipper*) au port (douane/opération de transit, etc.)
- 2- Port au terminal
- 3- Mouvement dans le terminal jusqu'au navire
- 4- Du navire au(x) prochain(s) terminal(aux) jusqu'à destination
- 5- Du terminal de destination au Port (douane/opération de transit, etc.)
- 6- Du port au chargeur final.

2. Révolution de la conteneurisation

Le secteur de la ligne régulière a subi une transformation radicale par l'arrivée de la conteneurisation qui a bouleversé tellement le shipping business et l'économie mondiale qu'on parle d'une révolution de conteneurisation, l'usage du terme est balourd, le terme révolution paraît rustre, mais les faits sont là, la conteneurisation a eu des résonances sur la mondialisation même si le principe est simple, les marchandises sont contenues dans des boîtes de métal appelé conteneur, c'est l'une des innovations radicales majeures de la fin du XXe siècle, la conteneurisation est le processus qui a généralisé l'usage de conteneur, amorcé en début des années 1960 sous l'impulsion de l'entrepreneur américain Malcom Mclean, le processus a été mondialisé dans le transport des marchandises et notamment dans le transport maritime. L'usage s'est mondialisé grâce aux avantages qu'il procure aux différents intervenants principalement aux transporteurs et expéditeurs des marchandises, mais aussi aux clients, le conteneur est un "super" emballage qui protège la marchandise entre deux points voire plus, le conteneur a entraîné une baisse des coûts, moins de dommages et vol. La chaîne logistique est simplifiée, la standardisation des conteneurs permet une manipulation plus rapide et automatisée générant plus de potentiel et d'output. Ce mode de transport est destiné principalement aux produits manufacturés, mais aussi agroalimentaires comme fruits et légumes, et également de liquides ou voitures en utilisant alors des conteneurs spécialisés, citernes, frigorifiques, etc. le développement de la conteneurisation a propulsé l'intervention de la normalisation et on parle principalement des conteneurs 20 pieds (équivalent vingt pieds - EVP) qui est passé de mesure standard des conteneurs, il existe une variété de dimensions,

mais toujours respectant les standards ISO. Les techniques sont désormais uniformes et standardisées incitant la maîtrise et l'organisation des chaînes de transport, face à cet enjeu, les acteurs repensent chacun leur positionnement stratégique.

Dans la moitié des années 1950, Malcom McLean invente la conteneurisation. Son idée consiste à acheminer les marchandises dans des boîtes. Il reprend le concept des militaires américains qui avaient imaginé le transport de certains matériels militaires dans ces conteneurs durant la Seconde Guerre mondiale⁴⁸. En 1937, il observa le retard et la lenteur de déchargement des cargaisons de ses camions dans les ports, il se demanda pourquoi pas ne pas tout mettre dans un grand caisson et le décharger une fois pour toutes avec des grues spécialisées, l'idée lui a valu 19 ans plus tard pour concrétiser. Ces boîtes ou "containers" sont standards avec une forte capacité correspondant au gabarit des remorques routières, longues de 35 pieds. Leur structure est conçue pour permettre un gerbage sur sept niveaux, qui correspondent au stockage vertical dans des cales de navires spécialement conçus. Les conteneurs disposent des coins tels qu'imaginés par McLean visant à rationaliser la manutention et l'arrimage des boîtes.

Dès le milieu des années 1960, le développement de la conteneurisation sur l'Atlantique Nord puis sa généralisation progressive ont incité à la normalisation de cette boîte ou "container" dont les standards sont définitivement entrés en vigueur en 1974 par l'ISO (International Standards Organization), le conteneur dans ces nouvelles conditions doit pouvoir supporter 180 tonnes soit de sorte à empiler des conteneurs sur neuf plans, les autres dimensions mêmes si elles diffèrent doivent répondre aux mêmes exigences d'arrimages et de gerbages, et on cite open-top, flat rack, reefer, tank, bundles, etc.

Nous citons les dimensions standards pour 20 et 40 pieds, mais il faut prendre note qu'il existe une variété de standard notamment le type des 45 pieds:

Tableau 5 : Principales caractéristiques du conteneur "standard"

Type	Longueur en mètre	Largeur en mètre	Capacité en tonnes
20 pieds	6.058	2.438	21.5
40 pieds	12.116	2.438	32.5

⁴⁸ Antoine Frémont, le monde en boîtes Conteneurisation et Mondialisation, Collection de l'INRETS, synthèse n° 53, janvier 2007, Page 23.

Le jeune rêveur Malcome Mclean⁴⁹ a créé le conteneur et a mis en place la conteneurisation (le processus), le conteneur protège de manière fiable la marchandise des dégâts de l'extérieur comme la casse et le vol que de l'intérieur comme la condensation, il avait choisi des tailles au hasard - 8 m x 8m, 2.44m x 2.44m, ne se basant que sur les dimensions des camions utilisés aux États-Unis à l'époque. Malcolm a essayé de supprimer les roues des semi-remorques pour mettre les conteneurs les uns sur les autres – il venait de créer le premier porte-conteneur, il est considéré comme l'inventeur du porte-conteneur. Avec ses partisans, il crée la société d'armement Sea-Land en 1960, plus tard il a connu un véritable succès suite au développement du commerce entre continent dans les années 1970 et le besoin du transport des conteneurs en grande quantité. Le nouveau type de transport de fret nécessitait d'importants investissements et l'introduction de règles uniques d'infrastructure pour tous les principaux ports et les compagnies maritimes. L'idée a engendré des résistances puisque les ports doivent s'équiper, que cela leur exige trop d'investissement, mais l'idée fut tellement génial que la résistance ne valait rien, l'histoire en est la preuve, la conteneurisation globale des transports de fret était déjà inévitable quand, en 1966, Malcolm McLean a ouvert son premier itinéraire transatlantique conteneurisé.

L'effort en investissement est énorme et il a suscité des bouleversements et des changements radicaux dans l'organisation et le transport des marchandises diverses, qu'en 1970 une nouvelle forme d'organisation maritime émerge, il s'agit du consortia, un nombre de compagnies britanniques (*UK shipping lines*) qui inclus Ocean Steamship Company, P&O, Shaw Savill & Albion et Grayzer group sont fusionnées pour former Ocean Container Limited ou OCL, elles en avaient besoin afin de pouvoir devenir large pour pouvoir financer l'investissement dans les hautes technologies (ou technologie de pointe ou technique de pointe), mais aussi pour générer de l'output qui permet d'assurer la pérennité du projet. La compagnie devient rapidement P&OCL qui a été fusionné également avec Nedlloyd pour devenir P&O/NedLloyd. Cette compagnie a été absorbée par la suite par le gourou Maersk en 2004, ceci montre la rapidité d'évolution dans cette industrie.

Il est probable que même Malcolm le rêveur n'aurait pu imaginer quel succès aurait son invention dans les années à venir. Le transport de fret entre l'Europe et l'Australie s'amorce,

⁴⁹ Personne n'aurait pu imaginer que le jeune fermier ensuite employé dans une station de service toujours le pistolet de carburant en main et l'odeur âcre de l'essence ou du mazout l'asphyxie, le rêveur de changer la routine de sa vie connu par son caractère romantique, peut bien inventer, innover et révolutionner le monde, il a pu convertir le mythe en réalité et véritablement ce qui s'est passé avec son concept de la conteneurisation et sa flotte de camion qu'il a collecté goûte par goûte.

les premiers standards des conteneurs sont publiés, de nouveaux itinéraires sont ouverts entre l'Extrême-Orient et l'Europe, des trains conteneurisés sur deux niveaux font leur apparition...

Le développement incessant des constructions navales a provoqué l'apparition de nouveaux navires-porte-conteneurs avec système de cellules, d'une capacité d'abord de 800 TEUs, puis de 1000, 3500, 4500, et jusqu'à 12000 Teus et actuellement on assiste à l'effet de gigantisme avec des navires qui dépassent les 19 000 teus.

En bref, ce moyen de transport conquiert rapidement le monde entier dont les raisons de succès reviennent à 1) la simplicité du système 2) son caractère multimodal, 3) une bonne garantie contre les risques de vols ou d'avaries et 4) la standardisation mondiale dont il fait l'objet.

3. Le régime des conférences et les stratégies armatoriales

3.1 Régime des conférences

Dans un contexte mouvant caractérisé par une crise économique durable, une concurrence acharnée, un marché surcapacitaire, un coût de transport difficile à anticiper, une réglementation trop évolutive, les armateurs recherchent de l'abri, et ce, à travers la consolidation de l'offre de transport, dont les objectifs sont pluriels : rationalisation de l'offre, fiabilisation des services, économies d'échelle, conquête de nouvelle part de marché, etc. dans un tel cadre, les armateurs modifient leur pratique en se basant sur des formes disparates de consolidation telles que les conférences, les consortia et les alliances. Ces formes sont conséquentes sur le droit et les pratiques concurrentielles qui malgré la volonté des armateurs et chargeurs, favorisent souvent les premiers au détriment des seconds pour plusieurs raisons principalement les armateurs peuvent se rassembler et décider 'ensemble', les chargeurs sont nombreux et parcellisés alors que les armateurs sont souvent tout le contraire, ils ne sont pas nombreux, non plus atomisés et disposent de gros capitaux comme ils s'accordent dans les prises de décisions, les intérêts des chargeurs/armateurs sont divergents.

Dans ce contexte complexe, contradictoire et aux multiples déterminants, le droit et la pratique évoluent et s'actualisent au fur et à mesure. Le régime des conférences maritimes est

apparu dans les années 1875 après l'inauguration de conférence UK-Calcutta⁵⁰ et depuis lors plusieurs autres conférences commencent à se répandre, Deakin et Seward ont mis le point sur l'existence de 360 conférences actives dans la haute mer avec un nombre des membres qui varie entre 2 à 40 lignes maritimes. L'OCDE estime que 150 conférences existent encore et toujours en 2001⁵¹ avec un nombre des membres également variable entre 2 à 40 *Line*. Ces conférences sont parfois organisées de manière très appropriée avec des offices, des réunions, un secrétariat tel est l'exemple de Far East Freight Conference (FEFC) basé sur Londres. Les conférences se sont répandues rapidement après 1875, Jasson et Shneerson⁵² statuent : "il n'y a pas de figure précise disponible sur le nombre total des conférences actives", ils continuent "pourtant les conférences continuent d'exister des services réguliers et pratiquement dans tout le commerce intercontinental".

Les conférences existent majoritairement dans les routes élémentaires du commerce des liners celles de l'Europe/Extrême-Orient et Transpacifique. En 2000, la répartition-conférence/non conférence compte pour la présence des conférences à 60% (direction Est/Ouest), le reste est réservé pour les non-conférences dans les deux sens, les membres de conférence sont présents avec une proportion moindre dans la route Trans pacifique seulement 46%⁵³ (56%⁵⁴ en 1996), cette répartition révèle une structure largement d'oligopole ou de monopole sous la loi de concurrence britannique que depuis octobre 2008, la Commission européenne a mis fin au régime de la conférence maritime pour le trafic au départ et à destination de l'Union Européenne, en donnant ainsi lieu à d'autres formes de regroupement principalement de l'alliance.

En effet, l'élément clé qui distingue le régime de conférence n'est pas celui de partager la capacité de navire entre plusieurs lignes maritimes qui se rejoignent dans une route donnée pour offrir une régularité des services de la desserte, mais principalement celui de l'arrangement sur la fixation des taux de fret uniformes (prix de transport)⁵⁵.

⁵⁰ William Sjostrom Ocean Shipping Cartels : A survey, Review of Network Economics Vol. 3. Issue 2. June 2004.

⁵¹ OCDE 2002. P 19. Le partage de trafic au sein de navire par les diverses lignes est normalement confidentiel, seul la répartition de la capacité qui est divulguée.

⁵² Jansson et Shneerson (1987) est la référence standard sur l'industrie de ligne régulière.

⁵³ William Sjostrom Ocean Shipping Cartels: A survey, Review of Network Economics Vol. 3. Issue 2. June 2004.

⁵⁴ Ouvrage de l'ICS (Institute of Chartered Shipbrokers, Economics of Sea Transport and International Trade London, 2013.

⁵⁵ Journal de l'antenne, les transports au quotidien, consortium, alliances et conférences.

www.lantenne.com

Par ailleurs, le régime des conférences a été règlementé par le Code de conduite des conférences maritimes adopté au sein de la CNUCED en 1974. Dans les années 1980, les instances européennes ont décidé de mettre en œuvre une réglementation qui permet de conserver la main sur les conférences maritimes, le Conseil arrête une définition de ce mécanisme concurrentiel applicable au départ et à destination des ports européens à travers le règlement 4056/86 du 22 décembre 1986 afin de préserver les intérêts européens et ne pas atteindre la concurrence.

La conférence est définie comme :

*"un groupe d'au moins deux transporteurs exploitants de navires qui assurent des services internationaux réguliers pour le transport de marchandises sur une ligne ou des lignes particulières dans des limites géographiques déterminées et qui a conclu un accord ou un arrangement, quelle qu'en soit la nature, dans le cadre duquel ces transporteurs opèrent en appliquant des taux de fret uniformes ou communs et toutes autres conditions de transport concertées pour la fourniture des services réguliers"*⁵⁶

De cette définition, on relève trois points essentiels :

- 1- Accord sur un tarif en commun à facturer aux chargeurs
- 2- Arrangement des allocations des marchandises
- 3- Arrangement sur le revenu en commun

D'un point de vue juridique, les conférences maritimes sont qualifiées d'ententes, d'accords, d'arrangement ou concertations entre entreprises susceptibles de fausser le jeu de la concurrence et d'affecter le commerce entre États membres. En principe, ces ententes sont prohibées au sens de la loi européenne de la concurrence (article 101 tfue)⁵⁷.

Les conférences donnent les moyens aux différentes lignes concernées de s'arranger, de coordonner, de mettre en route des services en coopérant avec l'une l'autre, ce qui viole délibérément le principe de la concurrence dont les rivaux doivent garder leur indépendance

⁵⁶ Anne Gallais BOUCHET, Stratégie de coopération des armements de ligne régulière, Note de synthèse 172 – Mars 2015

⁵⁷ www.europedia.moussi.eu

vis-à-vis de l'un l'autre dans la prise de décision. Les conférences s'entendent avec d'autres conférences sur les points géographiques d'où commencent et finissent leurs champs d'intervention, ce qui a segmenté le marché d'autant plus. L'administration tarifaire commune ou uniforme par les armateurs a pour objet de neutraliser la compétition sur les prix, de maximiser le profit et d'enfreindre l'entrée des nouveaux (entrants) sur le marché, donc sous ces conditions le jeune entrant doit offrir la même qualité de service pour exister au lieu de jouer sur le prix ce qui fausse le principe de la libre compétition surtout pour les jeunes rivaux qui commencent notamment par de faible prix afin de pouvoir compéter et de grandir peu à peu selon les compétences à offrir un service de qualité.

La Commission européenne prévoit une procédure pour les armateurs qui prétendent pouvoir mettre en œuvre une conférence maritime, ils doivent présenter un dossier d'exemption individuelle devant la commission qui l'examine et donne une décision d'aval ou de refus. C'est une procédure chronophage pour la commission comme elle est particulièrement complexe, ambiguë et incertaine pour les armateurs. Ces entraves ont propulsé la mise en place de procédures d'exemption de groupe ou de catégorie. Cette instauration d'exemption permet aux transports maritimes de déroger au droit commun des règles européennes de la concurrence.

Le champ d'application du règlement d'exemption par catégorie (règlement 4056/86) prévoit les conditions et obligations dans lesquelles les armateurs peuvent mettre en place une conférence maritime, ainsi la discrimination tarifaire n'est tolérée entre les armateurs ni entre les clients, les marchandises transportées et les ports desservis. En outre, les prix sont publiés ainsi que d'autres informations des conditions et de qualité des services que les chargeurs peuvent consulter.

Les grands traits des finalités du régime sont :

- Stabilisation de l'offre maritime des lignes
- Fiabilité et qualité de service

Ces finalités se déploient en un ensemble des objectifs que nous résumons dans ce qui suit :

- Fixation des taux de fret uniformes ou communs
- Régulation de la capacité de transport offerte par chacun des membres
- Coordination des dates et horaires de voyage ou d'escale des navires

- Détermination de la fréquence des voyages ou des escales des navires
- Répartition entre ses membres du tonnage transporté ou de la recette.

Bien que ces objectifs n'ont été pas établie dans un but malsain et ne fait que corroborer la thèse du protectionnisme, globalement l'uniformisation des taux de fret a généré des dérives qui ont été dénoncées et sanctionnées et qui a généré également des pratiques abusives qui freinent l'équilibre contractuel et commercial entre armateur et chargeur et déstabilise la négociation quant à d'autres frais tels que charges de manutention, liner terms, BAF, CAF, etc. le système des conférences ne cesse de montrer sa défaillance par les possibilités des dérives et dérogations au droit commun, les affaires comme celles du comité franco-africain et CEWAL, COWAL et UKWAL illustrent ce type de pratiques abusives comme fighting ships et prix prédateur, qui constituent un frein à la concurrence loyale.

Plusieurs efforts ont été entrepris dans le but d'harmoniser le régime, mais qui paraissent vains, toutefois le glas a sonné pour les ententes tarifaires de conférence au départ et à destination de l'Europe pour que l'abolition entre officiellement en vigueur en octobre 2008, pourtant comme susévoqué le régime des conférences perdure dans d'autre coin du monde (Japon et EU), mais sous contrôle de plus en plus sévère, le régime perd son teint au profit d'autre forme telle que consortium et alliances que nous verrons plus tard.

Deux types de conférence existent, fermés et ouverts.

Le régime fermé se caractérise par un quasi-monopole sur l'offre des services maritimes entre deux ports dont l'entrée en marché est autorisée sous condition d'avoir l'unanimité des membres de la conférence (sur une route donnée). Ceci a porté à plusieurs débats et polémiques particulièrement en Grande-Bretagne et États-Unis.

Le régime ouvert n'est pas pour autant clair, on y tente de réguler les tarifs et la capacité sur une route donnée, mais avec comme principe de ne pas barricader l'entrée des nouveaux entrants sur le marché (la route), en 1984, *US shipping Act* stipule que "tel engagement prévoit que la compagnie maritime est apte a opéré des services réguliers sur un intervalle de 14 jours, tout nouvel entrant pouvant honorer cet engagement a le droit d'opérer à ou depuis les ports des EU, un autre élément important dans l'Acte (1984) est celui dont est stipulé "chaque entente de conférence doit prévoir que chaque membre peut prendre des actions indépendantes sur le prix" ce qui parait enfreindre l'essence même de conférence! C'est ainsi

que les US shipping Act maîtrisent la pratique des prix en stipulant délibérément que le taux de fret ne peut jamais être inférieur au coût marginal.

Plusieurs économistes rapprochent le régime des conférences à celui des cartels, dans le sens où il s'agit d'un oligopole où les quelques offreurs obtiennent le contrôle d'un marché dans le but de rendre plus difficile l'entrée de nouveaux concurrents et de maximiser le profit.

3.2 Les consortias, ententes techniques et opérationnelles

Le consortium de ligne est un accord de coopération entre plusieurs armateurs, dont le but de rationaliser les services proposés aux chargeurs. Le code maritime l'a défini comme "l'exploitation en commun de services de transports maritimes entre compagnies maritimes de ligne, dans le but de rationaliser leurs opérations au moyen d'arrangements techniques, opérationnels et/ou commerciaux, à l'exception des prix".

D'après cette définition, les consortia se distinguent du système des conférences qui repose principalement sur la fixation de tarifs communs ou uniformes et potentiellement sur des partages de capacité, il repose clairement sur un partage des capacités de transport (*Vessel Sharing Agreements* VSA) et interdit formellement les ententes tarifaires, la répartition des marchés ou des clients, la limitation des capacités ou des ventes.

Le régime prévoit de banaliser le matériel mis en commun par les armateurs, comme il va encore plus loin en mettant en commun les dépenses et politiques commerciales pour ne mettre en place qu'une seule politique celle du consortium ou les membres se sont mis d'accord. Somme toute, le but des consortia est la mise en place d'un service commun et régulier pour les armateurs.

Le consortium est un règlement d'exemption par catégorie, le règlement 479/92 est intervenu pour encadrer et sécuriser ces pratiques abusives et contraignantes à la libre concurrence, il a été révisé en 1995, 2000 et 2009 (règlement 906/2009 de la Commission), avec une durée de vie prolongée jusqu'en 2020.

Toutefois, les armateurs conservent leur indépendance au sein et en dehors du consortium et ont le droit de le quitter librement avec préavis, ainsi qu'une ultime condition primordiale

celle de la part de marché cumulée des membres du consortium sur le marché en cause ne doit pas excéder 30% des volumes totaux de marchandises transportées par les membres au sein du consortium et sur ce marché/segment.

Depuis sa mise en œuvre, le système s'est élargi à "l'ajustement des capacités en réponse aux fluctuations de l'offre et de la demande, à l'exploitation ou l'utilisation en commun de terminaux portuaires et toute activité accessoire".

En 1986, ACL et Hapag-Lloyd, quoiqu'ils soient des concurrents, ils signent le premier VSA du transport de ligne sur leurs lignes atlantiques nord en vue de rationaliser leurs coûts. Plusieurs consortiums existent sur les lignes Europe-Afrique du Sud : Hapag Lloyd, MSC et Hugo Stinnes ont mis en commun 7 navires tandis que l'entente DAL, MOL, Maersk Line utilise 8 navires.

En 2013, un VSA a été conclu entre CMA-CGM, Maersk, Hambourg Süd, CSAV, China Shipping et Hanjin pour accroître la capacité et mettre de plus gros navires.

3.3 Les alliances : une nouvelle stratégie de consolidation de l'offre

La décision de la Commission Européenne de mettre fin au régime des conférences a fait écho à la demande récurrente des chargeurs qui réclament que les armateurs leur imposent leurs conditions tarifaires, rotations et surcharges freinaient la libre concurrence dans le secteur du transport maritime. Les armateurs depuis lors et sous contrainte de faible taux de fret et forte dépense globale, les armateurs se sont réunis dans ce qu'on appelle "alliance". Théoriquement, cette nouvelle réorganisation ne peut servir à la fixation du prix ni concerner la commercialisation, son objectif principal est de rationaliser la capacité et le partage de l'espace (slot).

On peut considérer que le concept de l'alliance est pareil au concept de consortium sauf que l'alliance opère à une échelle plus grande (échelle mondiale), les alliances sont des géants consortiums. Théoriquement, ces derniers opèrent sur un service ou des services donnés sur une zone géographique déterminée.

Les VSA permettent aux armateurs partenaires de charger sur les navires des uns des autres. L'avantage étant de proposer un large éventail de destinations tout en réduisant leurs coûts, et en améliorant le taux de remplissage ce qui génère comme conséquence directe une réduction de l'offre. Les accords d'alliance donnent plus de pouvoir aux armateurs dans les négociations avec les chargeurs et ports.

Maersk était un précurseur, en 2011, le danois lance un service *Daily Maersk* et conforte sa position numéro 1 mondial en lançant un carnet de commandes pour des navires de plus de 18 000 evp, l'assaut du Maersk a engendré des réactions allergiques de la part des concurrents particulièrement MSC et CMA-CGM qui se sont lancés de suite à l'adoption de cette approche commerciale, en signant un accord de partenariat opérationnel sur les lignes Asie-Europe du Nord, Asie-Afrique et l'Amérique du Sud. Une autre réaction a été remarquée simultanément, il s'agit de la constitution de G6 par les membres de la New World Alliance et de Grand Alliances II, en place depuis une quinzaine d'années, cette alliance porte sur les lignes Asie-Europe d'abord, puis Asie-Méditerranée et Asie-Mer Noire.

En 2015, sur les 17 premiers armements mondiaux dans le conteneur qui représentant 82% de la capacité mondiale, 16 font officiellement partie d'une des quatre alliances mondiales (équivalent à plus de 79% de la capacité mondiale).

Cette démarche est d'autant accentuée dans un contexte d'atonie des taux de fret, de crise et de surcapacité. La course effrénée aux alliances et à la domination sur les routes les plus actives est un enjeu majeur et une approche désormais incontournable. Les leaders du transport maritime justifient l'approche comme une démarche de coopération sur le long terme afin d'améliorer la qualité de service aux clients; pourtant cette approche est de plus en plus critiquée, d'ailleurs, la constitution du groupe P3 (en réponse au G6) par les trois premiers armateurs mondiaux (Maersk, MSC et CMA-CGM successivement) a été interdite par l'autorité chinoise pour le transport au départ et à destination de ses ports alors que cet arrangement en P3 a reçu l'accord des autorités européennes et américaines de la concurrence, le regroupement a été alors freiné pour la route Asie-Europe, ce qui a amené les leaders à reculer et à réarranger la distribution de leurs cartes stratégiques, ainsi Maersk et MSC s'entendent cette fois pour former l'alliance 2M qui entre en vigueur en 2014, CMA-CGM s'adapte en s'alliant à UASC et CSCL, le groupe est connu par l'Ocean 3 qui entre en vigueur

fin 2014, l'alliance asiatique CKYHE s'est également renforcée en 2014 avec l'avènement d'Evergreen.

Cependant, comme nous venons d'évoquer les alliances sont désormais contestables, bien que le regroupement de point de vue juridique est légal, mais politiquement la reconfiguration stratégique est conséquente sur l'offre et le prix, ce qui paraît comme un déguisement ou un retour sous une autre forme du principe des conférences puisqu'au fond, les armateurs à travers les alliances pèsent "lourdement" sur les décisions économiques du transport maritime et le rapport de force n'est pas équilibré entre armateurs d'une part et chargeurs et ports d'autre part; à cet égard, les chargeurs accusent les armateurs de scléroser le marché en manipulant le prix et en réorganisant arbitrairement les lignes au détriment de la qualité de service, ils prônent aujourd'hui une régulation mondiale et non plus régionale des alliances, avec une véritable analyse des effets sur la concurrence et la qualité des services offerts.

En revanche, la forme de l'alliance garde son brille substantiellement grâce au principe selon lequel les alliés au sein de l'alliance préservent leurs indépendances dans la prise de décision commerciale, du coup chaque armement a des objectifs distincts par rapport à son partenaire au sein d'une même alliance, il ne s'agit pas enfin de compte d'une simple déclaration d'intention puisque les faits sont là, aucune action directe d'administrer les prix en commun n'est identifiée, mais l'interdiction du P3 par l'autorité chinoise est également un fait qui prouve que le politique est un aspect incontournable dans le shipping business et il restera pour toujours.

Actuellement une nouvelle réorganisation des alliances se dessine dans l'horizon, depuis 2014, plusieurs Achat-Acquisition se sont succédé, ce mouvement engage d'autant plus la reconfiguration entre terminaux ce qui implique plus longuement les opérateurs intégraux en 2016, quatre grandes alliances formées par seize armateurs sont actives sur l'ensemble des routes est-ouest (transatlantique, transpacifique, Asie-Europe du Nord, Asie-Méditerranée et Asie-Moyen-Orient) : 2M, Ocean 3, CKYHE et G6 alors qu'il semble acquis qu'elles ne seront plus que trois en 2017. Nous revenons sur le concept des alliances dans la deuxième partie

En fait, parallèlement à la concentration horizontale des armements, une intégration verticale commence à voir le jour, sous une logique de toile, l'armateur s'intègre dans l'organisation

pré- post acheminement, il assure pour le chargeur la réalisation du transport du conteneur depuis son point de départ jusqu'au port et éventuellement du port d'arrivée à sa destination finale, l'offre porte-à-porte prend le nom de "*carrier haulage*"⁵⁸, les armateurs vont concurrencer sous ces conditions ardemment les commissionnaires, ils recherchent désormais plus d'intégration aussi verticale qu'horizontale en s'investissant de plus en plus dans la manutention portuaire, principalement pour garantir leurs capacités dans les ports, aussi pour sécuriser la manutention en baissant le taux d'avarie et obtenir les meilleurs prix, l'exemple est présent après Maersk et ses terminaux APM *terminals*, CMA-CGM en plus d'être actionnaire sur plusieurs ports, crée ses propres terminaux en l'occurrence CMA-CGM terminal link,. Les armateurs créent également des centres de dépôt à l'intérieur de pays afin de fluidifier le passage des conteneurs et atténue la congestion des ports, le transport terrestre est désormais à l'orbite⁵⁹, la bataille se gagne sur la terre, les armateurs se tournent vers le transport terrestre pour gagner de l'argent.

B. Ports et terminaux à conteneurs

Le port constitue un passage incontournable pour le commerce intercontinental, le fret aérien bien qu'il s'agit d'un bien de substitut qui offre des avantages en termes de rapidité de transfert de marchandises, il reste néanmoins très coûteux, l'avion ne peut supporter autant de tonnes qu'un navire et encore la rapidité à des niveaux très avancés n'est pas à l'instant un élément décisif pour le transport maritime autant que d'autres éléments que nous avons évoqués dans ce qui précède tels que la sécurité de livraison, prix, etc.

Le port représente un maillon indispensable de la *supply maritime chain logistics*, bien qu'ignoré souvent, il joue un rôle capital dans le développement de l'économie nationale. Le port est une alchimie complexe, un lieu d'éclatement de marchandise, de croisement de navire, d'altercation des modes de transport maritime et terrestre, lieu de transit, étape du transport de la marchandise, maillon de la chaîne... le port ne se réduit pas seulement à un point de rupture de charge, sa structure, ses activités, sa géographie, son paysage et sa clientèle reflètent la diversité des produits qui y transitent, la multiplicité des navires qui reçoivent, la complexité de ses liaisons maritimes et terrestres.

⁵⁸ Par opposition au *merchant haulage* c'est-à-dire quand le transport est réalisé par le chargeur ou son mandataire, le commissionnaire de transport.

⁵⁹ Les coûts liés à l'hinterland représentent 40 % à 80 % des coûts logistiques globaux.

Le port est difficilement définissable, il répond à de nombreux critères de classification, Fisher en propose dans son article *Les ports maritimes essai de classification*⁶⁰ un ensemble de catégorie de port et il existe de multitudes autres.

Différemment aux autres modes de transport terrestre nécessitant des routes, des ponts, de signalétiques et traces, les navires nécessitent des infrastructures spécialement conçues pour leur abri nommé port, leur élaboration est l'une des plus difficiles tâches de l'économie maritime, puisqu'il s'agit de l'allocation des ressources de la manière optimale pour donner naissance à un port économiquement efficace.

En revanche, le port malgré son rôle majeur dans l'économie d'une nation, c'est l'un des maillons le plus obscurs dans la chaîne, et le plus problématique, et ce, étant donné d'une part que sa construction est trop exigeante en investissement avec un retour sur investissement qui n'est pas toujours assuré ou sur de longues périodes, et d'autre part, le port qui souffre d'un manque d'investissement éprouve généralement beaucoup de difficulté de gestion et des délais de retard énorme. Les ports ont un désign et une configuration propre selon la catégorie de port; des canaux et voies navigables sont aussi configurés afin d'aider la transmission facile des navires dans certaines zones maritimes.

Les ports de par leur classification couvrent une multitude de fonction que nous étalerons dans ce qui suit.

1. Les fonctions du Port, chenal d'accès, voie navigable et Terminal portuaire

Avant de présenter les fonctions d'un port, nous proposons des définitions issues de la littérature.

Essai de définition

Selon nous, un port est généralement défini comme une infrastructure situé sur le littoral, naturelle ou construite par l'homme, exploité dans le but d'accueillir des navires pour remplir plusieurs types d'opérations et recevoir des choses et/ou des humains, ces choses peuvent être du vrac ou des marchandises, du pétrole et du gaz, des armes, etc. les types des opérations

⁶⁰ Fischer A. Les ports maritimes. Essai de classification. In: L'information géographique. Volume 27 n° 3, 1963. pp. 105-114.

consistent en manutention, ravitaillement, réparation, etc. un port se trouve dans une localisation bien précise sur le littoral, le lac ou un cours d'eau..., le port est un lieu de contact entre différents modes de transports.

Dans le manuel de la CNUCED sur l'organisation du système portuaire, plusieurs définitions sont présentons dont nous retenons celles, ci-après :

LECLERE voit un port comme étant un "Lieu aménagé sur la côte pour permettre aux navires de faire des opérations commerciales à l'abri de la mer et du large".

A.VIGARI : "Un port est une aire de contact entre deux domaines, la circulation terrestre et la circulation maritime. Son rôle est d'assurer une solution de continuité entre deux schémas de transport adapté à la traversée de deux espaces aux caractéristiques différentes".

L.BAUDEZ : "Un port est le point d'arrivée et de départ du transport maritime, équipé et organisé pour assurer le transbordement des voyageurs et des marchandises et pour remplir les fonctions commerciales qui en découlent..."

J.LATTY : "Le port maritime est l'espace que la mer remplit continuellement ou par intermittence et dans lequel les navires, abrités contre les vents et les lames, peuvent être construits, entretenus, réparés, chargés et déchargés".

J.GROSDIDIER DE MATONS : "Le port est un lieu de la côte spécialement désigné par l'autorité administrative compétente pour servir aux opérations de commerce maritime".

J.G. BAUDELAIRE voit dans le port "Un ensemble d'installations conçues et exploitées en vue d'assurer le transfert des marchandises entre le navire de mer et les différents moyens de transport terrestre: rail, route, navigation intérieure, canalisations diverses".

R.REZENTHEL en conclut que "Le port est une entité géographique et économique qui n'est pas définie par le droit positif".

REZENTHEL rappelle dans son ouvrage *les ports maritimes* (1989) que le code français des ports n'attribue pas de définition.

C'est la convention de Genève portant statut du régime international des ports qui en donne définition : "sont considérés comme des ports maritimes, les ports fréquentés par des navires de mer servant au commerce extérieur". Pourtant toute définition doit être traitée avec grande attention, car toute définition du port a des implications d'ordres juridiques.

Le manuel de la CNUCED rappelle que hors cadre officiel et afin de donner l'importance à la place portuaire, cette définition est peut être prise dans un sens officieux : "Une place portuaire est une entité géographique et économique, portant un nom spécifique, situé en bordure de la mer, d'un fleuve ou d'un lac, accueillant les navires, et où s'effectue le transfert des marchandises et des passagers, du mode de transport par voie d'eau à un mode terrestre et dont les installations peuvent s'étendre sur terre et sur l'eau, pour rendre les services complémentaires demandés par les navires les passagers, la marchandise et ses utilisateurs, afin de contribuer au bon déroulement des opérations de transport et au développement du commerce international, de l'industrie et plus généralement de l'économie des pays entrants dans la zone d'influence du port"⁶¹.

Classification des ports

La classification généralement retenue comprend des ports naturels et d'autres artificiels, est un port naturel celui qui est protégé de par nature et n'exigeant pas d'installations artificielles particulières, exemple de port de Sydney, baie de Rio de Janeiro et Milford Haven.

Est artificiel, un port qui peut être créé à l'intérieur des terres en creusant des plans d'eau, on gagne sur la mer en construisant des digues, des quais et terrepleins par apport de matériaux... Dover Harbour de UK, Tema de Ghana sont des exemples de ce type de port.

Il existe bien entendu d'autres classifications peuvent être attribuées aux ports et on distingue : la classification selon la construction, selon l'exploitation et selon son rayonnement économique.

La classification selon la construction permet de distinguer entre port, fluvial ou d'estuaire, menacé par l'alluvionnement, nécessitant un dragage permanent, exemple de Kenitra Tunis, Londres, Hambourg, Montréal, Anvers...

⁶¹ CNUCED, L'organisation d'un système portuaire, Manuel de participant.

La classification selon l'exploitation permet de distinguer entre port côtier et de lagune. Tandis que le port côtier est établi sur les côtes par remblais et protégées par des digues parallèles au rivage abritant des môles et darses perpendiculaires à la côte, Marseille, Casablanca et Gêne sont des exemples de ce genre de port, le deuxième, port en lagune se trouve sur des lacs exemple d'Abidjan et Venise.

La classification selon le rayonnement économique retient le port selon sa fonction et l'importance économique et on distingue : Port d'intérêt local, d'approvisionnement, de transbordement "feederisé", de transit et port franc⁶² et enfin port industriel.

Enfin, nous constatons que deux types de critères sont amplement utilisés : ceux basés sur les caractéristiques physiques (artificiel et naturel) et ceux basés sur les fonctions remplies par le port c'est-à-dire polyvalent ou spécialisé, dont il vient question dans ce qui suit

Fonction d'un port

La dernière classification met en lumière la fonction et le rôle économique d'un port.

Nous reprenons souvent la fonction du port polyvalent ou multifonctionnel et la fonction du port spécialisé et hautement spécialisé.

Un port est polyvalent abrite des terminaux qui remplissent différentes fonctions, terminaux à conteneurs, terminaux Ro-Ro et passager, terminaux vraciers, terminaux pétroliers, terminaux pour colis divers, etc.

Un port spécialisé est situé souvent sur des grandes routes maritimes, il remplit des fonctions de spécialisation comme l'éclatement de marchandises, transbordement, transit, soutage, ravitaillement.

Un port est hautement spécialisé, il est souvent équipé spécialement pour un type d'opération précise et particulière, il est souvent un port ou complexe privé et doté d'équipement d'un produit déterminé, il est construit pour la manutention de matière première, minerai, denrées, etc. exemple port de pêche, de plaisance, militaire, etc.

⁶² Un port est qualifié de franc lorsque le trafic qui l'alimente bénéficie des avantages douaniers.

2. La structure de production, des coûts et configurations des Ports/Terminaux

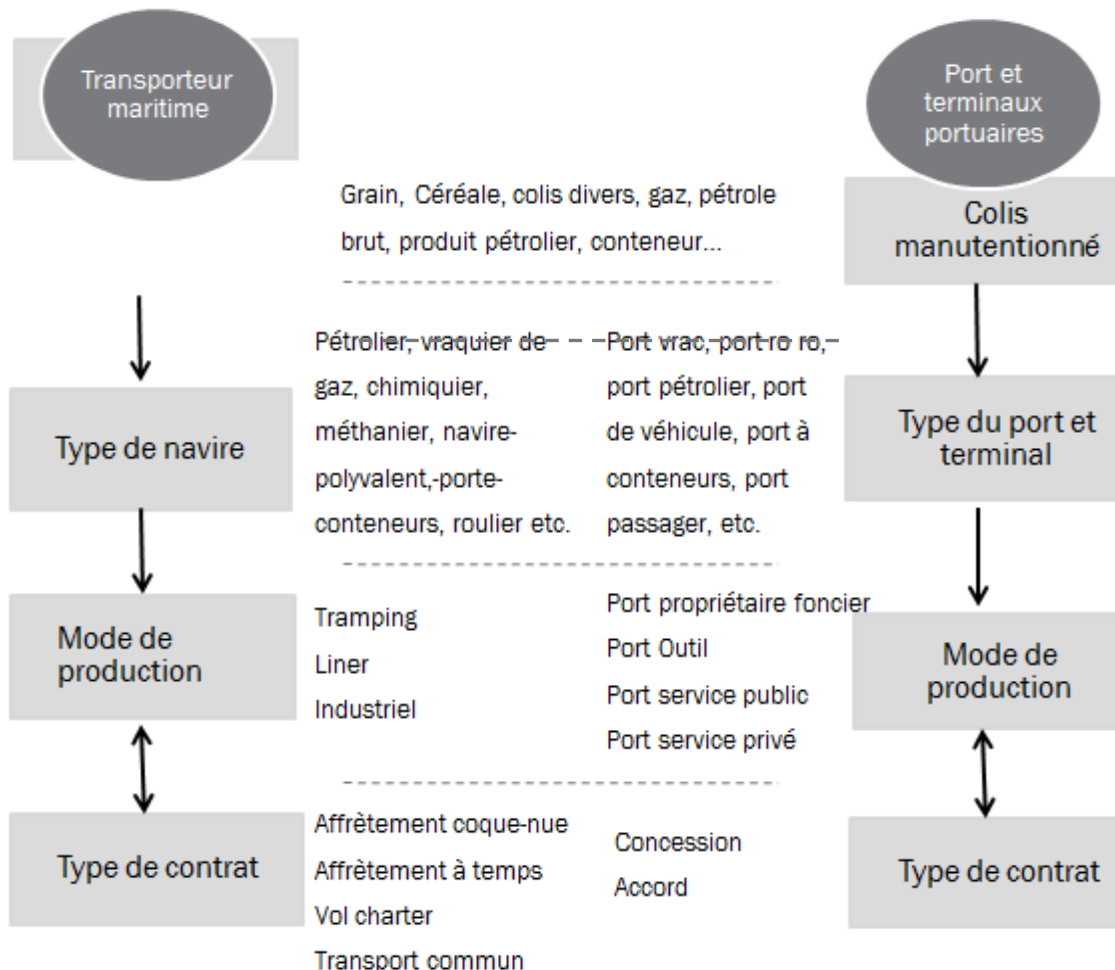
Le marché du transport océanique (maritime) comprend deux principales composantes, les compagnies maritimes ou armateur et les ports et terminaux portuaires. Les caractéristiques du transport diffèrent en fonction des différentes catégories de marchandises, les exigences en changent en fonction de ces divers types de marchandises, en conséquence, le désign des navires s'en suit et on compte des navires pétroliers, vraquiers, de marchandises diverses, porte-conteneurs, passagers, croisières, etc.

Structure de la production et des coûts chez un transporteur maritime

Le type, la quantité, la valeur de la marchandise ainsi que l'infrastructure et le capital du navire déterminent la structure de la production chez un transporteur maritime.

La structure de l'opération ou production et les types de contrats mis en œuvre sont codépendants. La figure suivante illustre les facteurs clés de cette codépendance.

Figure 15 : Structure de production d'un transporteur maritime



Le point focal de l'analyse de la structure de production et des coûts chez les transporteurs maritimes réside principalement dans le mode de production. L'industrie de transport maritime de par le mode de production est typiquement divisée en trois catégories susévoquées dans la figure 16, service régulier, service de tramp et service industriel.

- **Service régulier**

Connu aussi par transport maritime de ligne et entre dans la rubrique de la ligne régulière que nous avons disserté dans ce qui précède, les transporteurs fournissent un service régulier dans des intervalles de temps et dates fixées par les transporteurs à l'avance, avec un itinéraire de ports nommés aussi fixé à l'avance, les transporteurs se présentent comme des transporteurs communs de toute sorte de marchandises et de passagers, le taux de fret est déterminé par le transporteur de ligne.

- **Service de tramp**

Le tramping consiste dans le contrat qui lie le propriétaire à l'affréteur en lui louant ou en mettant à disposition son navire pour transporter des cargaisons de différentes sortes. À la différence du transport de lignes régulières où l'itinéraire est fixe, les ports et dates sont connus à l'avance et les prix sont fixes, alors que les activités et les itinéraires du tramp se font de façon irrégulière, le prix et la quantité de cargaison sont négociés à chaque voyage du navire de tramping.

Les navires-tramping peuvent être affrétés pour une certaine période pour faire des voyages particuliers, ils opèrent ainsi pour toutes les destinations selon différents frets, à condition de respecter la loi, ils sont parfois affrétés par des compagnies de ligne régulière pour opérer dans leur service pour un certain temps en cessant d'agir comme des navires faisant du tramping.

Les navires utilisés dans le tramping transportent des marchandises en vrac comme du charbon et du grain, ils sont souvent des vraquiers et des cargos polyvalents, les navires du tramping diffèrent dans leur construction évidemment de celle des navires de ligne régulière et à passagers, ce sont des navires de désign simple et taille moyenne comme ils possèdent des appareils de charge.

En effet, ces navires sont très compétitifs en termes du coût principalement leur capital et coûts d'opération qui sont inférieure comparativement aux autres services, ils permettent d'économiser le coût d'opération grâce éventuellement à la vitesse utilisée qui reste une vitesse économique souvent de 10 nœuds sachant que la vitesse moyenne d'un navire est de 13 à 14 nœuds.

Malgré le bon prix des coûts d'opération qu'offre le service tramping, les navires opérant au service de ligne régulière présentent toujours des avantages que ne l'offrent le service tramping, la ligne régulière est adaptée à transporter des cargaisons de grande valeur et qui rapportent énormément, mais aussi elle transporte des cargaisons qui ont besoin d'être acheminées très rapidement en un laps de temps précis. Les opérateurs de tramping sont souvent des petits propriétaires qui ne possèdent que 1 ou 2 navires.

Les navires-tramping ont une capacité de chargement assez grande, ce qui leur permet ainsi de transporter de grandes quantités pour pallier un peu leur faible vitesse. Ils ont aussi l'avantage d'avoir des clients réguliers.

- **Transport maritime industriel**

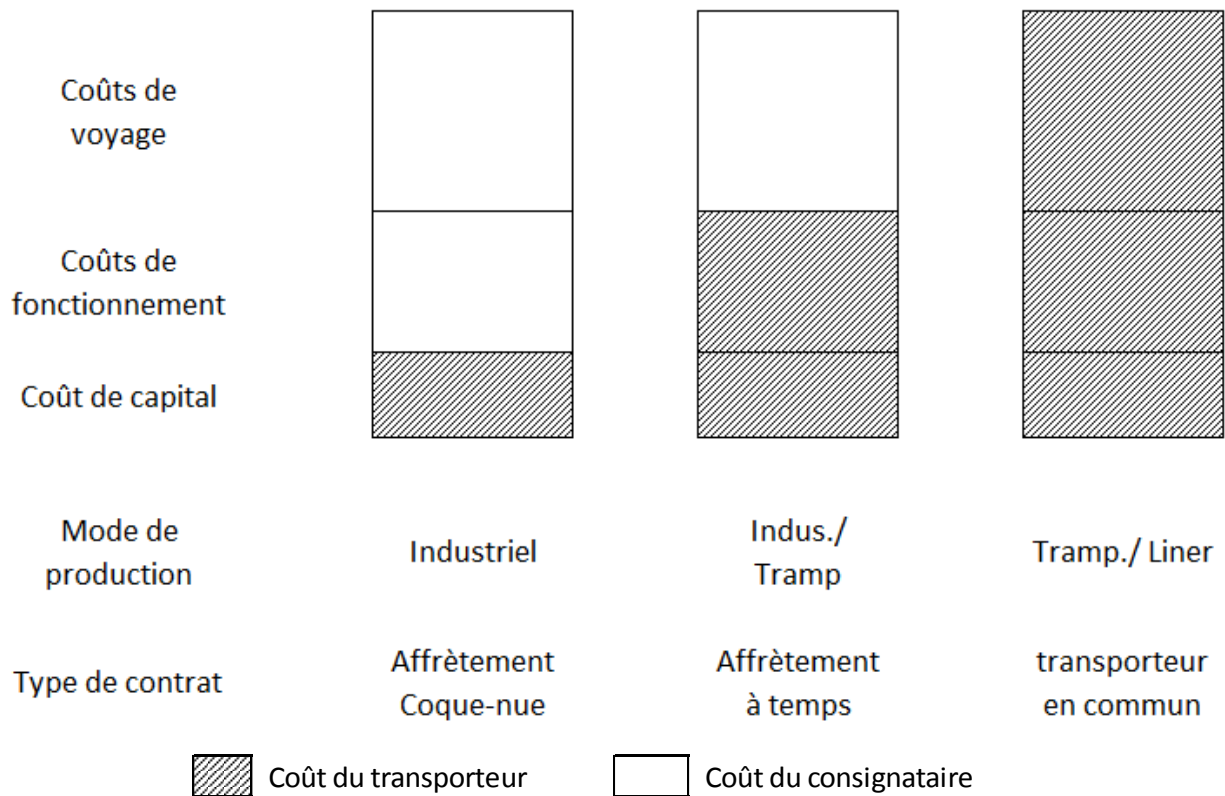
Connu aussi par transport spécialisé est généralement conçu pour des types de marchandises et trafics spécifiques, ainsi que pour des routes régulières, les grandes organisations industrielles qui fréquentent ce type de trafic particulier font appel à des transporteurs maritimes spécialisés, l'OPEP est un exemple pour ce type de transport.

Le mode de production est interrelié avec l'allocation des ressources et des coûts. Ces derniers diffèrent d'un mode de production à un autre et on distingue les coûts d'un transporteur maritime en trois parties, le capital, les coûts de fonctionnement et les coûts de voyage.

Le capital concerne l'achat de navire neuf ou d'occasion, les coûts de fonctionnement concernent les coûts liés au fonctionnement de navire depuis l'assurance, maintenance et entretien, coûts de manutention, salaire de l'équipage et d'autres coûts d'opération et enfin les coûts de voyage concernent les coûts de droit de port, droit de marchandise, droit de canaux de navigation, etc.

La figure suivante illustre les coûts pour différents modes de production :

Figure 16 : Mode de production et coûts affectés (selon différents types de contrat)



Source : Drewry 2004

Le contrat d'affrètement décide sur le qui va supporter les différents coûts, selon le contrat d'affrètement dit coque nue (utilisé souvent par le transport spécialisé ou industriel) le coût du capital est à la charge du fréteur (transporteur), alors que le reste des coûts de fonctionnement et de voyage sont à supporter par l'affréteur (l'expéditeur ou consignataire), il utilise le navire à son compte et paie le prix de l'exploitation du navire.

Selon le contrat d'affrètement à temps (time charter ou spot charter, (utilisé souvent par le tramping ou le transport de tramp), il revient au consignataire de payer le prix de voyage, le reste des coûts demeure à la charge du transporteur.

Enfin, selon le contrat des services réguliers, le transporteur supporte toutes les charges, celles de capital d'exploitation et de voyage et escale.

Structure de production et des coûts d'un port

De la même manière, le mode de production est mutuellement déterminé avec le type des coûts d'un port. L'administration du port est déterminée selon le mode de financement. La Banque Mondiale a énuméré 4 types d'administration :

- Port propriétaire foncier
- Port outil
- Port service public
- Port service privé

Le mode de propriété distingue dans un port deux protagonistes, l'autorité portuaire et l'opérateur portuaire (stevedore). Les coûts sont supportés dans ce cadre selon le mode de propriété, ainsi le tableau suivant permet de distinguer le mode de propriété et type de financement.

Tableau 6 : Allocation des coûts selon différents modes de production (Autorité et Stevedore)

Responsabilités de l'autorité portuaire

	Travail	Equipement et machines	Infrastructure et superstructure
Port propriétaire foncier	Non	Non	Si
Port outil	Partagé (avec stevedore)	Partagé (avec stevedore)	Si
Port service public	Si	Si	Si
Port service privé	Non	Non	Non

Source : Banque Mondiale 2007 / Alderton Port Management and Operations 2005 p.94

Port service public :

L'autorité portuaire comme organe étatique détient le contrôle, de toutes les charges et coûts, et elle en est responsable, elle est propriétaire des terres, d'infrastructure et équipements, tous les actifs sont de la propriété du port, l'opération de manutention est assurée par les employés du port même, et il lui incombe de payer leurs salaires. Le management et le contrôle sont de la compétence de l'autorité portuaire.

Port service privé :

La terre, le travail et le capital sont des coûts qui incombent au secteur privé c'est-à-dire à l'opérateur portuaire ou exploitant du port. Les fonctions régulatrices sont du ressort du secteur privé.

Port outil :

L'infrastructure et superstructure sont à la responsabilité de l'autorité portuaire, les ressources humaines et matérielles sont supportées également par le port et l'opérateur. Généralement les employés sont recrutés et payés selon les activités qui incombent à l'autorité ou à l'opérateur privé.

Port propriété foncier :

L'État met à la disposition des opérateurs et exploitants portuaires la terre et l'infrastructure; les équipements, les machines et les employés sont des coûts qui incombent au stevedore, l'autorité ne paie que les coûts de maintien de la terre et infrastructure et veille à l'extension du port dans le cas échéant.

Les catégories des actifs du port afin d'assurer la principale activité de réception des navires et de manutention (opération de chargement et déchargement) sont dépeintes dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7 : Catégorie des actifs d'un port

Infrastructure basique	Chenal d'accès, quai, liaison routière, rails, brise-lame, digue
Infrastructure opérationnelle	Chenal intérieur et braquage, revêtement, mur de quai, darse et môle, jetée docks, ducs d'Albé ou bollards
Superstructure	Pavé, pylône et poteau de lumière, office, ateliers de réparation
Équipement	Équipement de dragage, Grue de quai, équipement de levage et de manutention RTG, RMG, charriots élévateurs, tracteurs et remorques...

Source : Banque mondiale 2007

L'importance économique et effet des canaux et voies navigables s'envisagent dans la réduction de la distance nautique, de charges et droits (bunkering, droit de port...), l'économie de la taille des navires, le développement de l'arrière-pays et du port.

Il existe de nombreuses options qui permettent de bénéficier des avantages qu'offre le canal de navigation, ainsi ils existent canal de Suez, canal de Panama, canal de bonne espérance. Plusieurs raisons alimentent l'intérêt de construire un canal de navigation, raison d'ordre politique, économique, militaire, etc.

3. Le rôle qui incombe à l'État et l'autorité portuaire

Tout d'abord, nous rappelons le rôle, les finalités et les objectifs d'un port ou de tout un système portuaire.

La mise en place d'une organisation portuaire joue un rôle pivot au niveau international, national et régional. Le port est établi sur le littoral un pays, c'est-à-dire une frontière politique, pour accueillir des navires transitant dans la mer, domaine par essence international.

Le port et le système portuaire sont des poumons du commerce extérieur d'un pays, que ce soit pour le rôle qui joue dans l'approvisionnement des biens dont le pays éprouve un manque ou dont il a besoin pour le développement de son économie, le rôle s'étend à une insertion dans la chaîne logistique internationale, le port est au service du commerce, il offre tout service complémentaire apportant de la valeur ajoutée pour une des parties intervenantes dans la chaîne logistique. Dans une vision de long terme, le port joue un rôle d'intégration de l'économie nationale attribuant de l'indépendance économique élément déterminant de l'indépendance politique. Les finalités, missions et objectifs demeurent discutables et souvent même contradictoires, ainsi chacun des impliqués dans la chaîne logistique portuaire attribuent au port sa propre finalité selon sa propre idée et intérêt de ce qu'il attende du port. La finalité et mission ultime dont la majorité des acteurs s'entendent est celle d'assurer un passage du trafic satisfaisant par le port en minimisant le coût de passage et en apportant de la valeur ajoutée pour la nation et pour les acteurs bref pour les utilisateurs du port.

Deux approches s'érigent quant à la question de finalité :

L'approche dite microéconomique, adoptée par les pays libéraux, considère que le port doit contribuer aux échanges commerciaux sans intervention de l'État, laissant le soin aux forces régulatrices du marché de s'occuper de tout, depuis le financement des installations au choix des modalités de fonctionnement du port, conduisant en fin de compte au coût de passage minimum de la marchandise au profit des acteurs économiques.

L'approche dite macroéconomique prône la primauté de l'intérêt du pays sur l'intérêt individuel des acteurs, une intervention de l'État est primordiale quand la conjoncture n'est pas favorable pour une meilleure régulation du marché, le port doit contribuer à l'aménagement du territoire, favoriser le développement de la région ou d'un type de trafic, créer de l'emploi générer des devises, etc. en outre le port doit veiller à la contribution au développement du pays qui s'obtiendra aussi par un coût de passage minimum de la marchandise. Cette ultime finalité est toutefois commune aux deux approches.

Il en résulte de la finalité ultime d'un port des finalités contradictoires, le personnel d'un port revendique l'augmentation des salaires, alors que la finalité long terme du port de réduire les coûts de passage est celle qui rend le port plus compétitif.

Tout responsable dans un port doit garder à l'esprit que ces principes doivent être utilisés avec beaucoup de précautions, plus on s'éloigne du stratégique, on approche l'opérationnel et on passe par la tactique, plus on s'éloigne des finalités ou mission (telles qu'augmenter la valeur ajoutée, réduire le coût de passage, générer de l'emploi...), on tombe sur les buts et objectifs (tels qu'approfondir le tirant d'eau de 2 mètres, augmenter le trafic de 20% en un an, réduire la masse salariale en un an de 10%...), ainsi une stratégie du port *low cost* appliqué avec abus peut mener au "chaos", une stratégie financière *low cost* peut mener à des tensions sociales suscitant une chute du trafic ou des pertes de clients provoquant même une crise dans le port. Dans le cadre de ces finalités, l'autorité portuaire joue un rôle important puisqu'elle représente l'État, dans l'enceinte portuaire.

En effet, il incombe à l'État de définir la politique portuaire et le système portuaire dont il veut doter le pays. De même, l'État a la responsabilité de prendre toutes les décisions concernant les grandes infrastructures qui impactent l'économie nationale, l'aménagement du territoire et

système productif local, il dicte même aux terminaux portuaires les équipements qui doivent être mis en place, car ils entrent en concurrence spatiale avec d'autres terminaux issus des autres ports.

L'État choisit et décide de l'emplacement des centres portuaires et leurs spécialisations à vocation nationale c'est-à-dire qui desserve l'arrière-pays, ou à vocation internationale c'est-à-dire qui s'ancre dans le flux du transport maritime international qui permet aux intervenants d'optimiser leurs chaînes logistiques, permettant au port contributeur de bénéficier de cet ancrage à travers la valeur que cela lui génère.

L'État assure la planification à moyen et long terme qui permettra au port de répondre aux finalités et objectifs préalablement déterminés et qui favoriseront l'adaptation aux vicissitudes des conjonctures, et de veiller au respect de l'environnement et des normes d'hygiène, de sécurité et de qualité en vigueur.

L'État arrête les lois et règles à appliquer, il détermine le cadre administratif, économique juridique et social (droit de travail, régime de concurrence, régime douanier et fiscal, politique sociale) selon lequel sera réalisé et exploité le port.

L'État détermine les caractéristiques des ouvrages extérieurs et d'accès au port qui conditionnent la taille des navires à recevoir et de là, la nature et l'importance des activités du port, ainsi un port industriel est généralement dédié à des activités de forte valeur ajoutée et desserve des navires de grande taille, sa fonction commerciale est liée au transport de grande masse de marchandises.

L'État agit selon l'approche qui l'a choisi dès le départ, dans une optique microéconomique, les ports fonctionnent avec autonomie sans une intervention notable de l'appareil étatique, l'État peut délivrer des autorisations d'utilisation d'espace par exemple, mais il ne dispose que de structures légères et pas nécessairement regroupées dans un ministère de tutelle des ports. Les ports s'organisent et coopèrent entre eux-mêmes au profit de tous. Ce système exige un niveau de maturité et de développement du secteur public et privé.

Dans l'optique centralisée ou macroéconomique, l'État centralise l'organisation portuaire sous la tutelle d'un ministère ou d'une direction, par exemple direction de port ou direction des affaires portuaires qui seront chargées de préparer et mettre en œuvre les décisions gouvernementales en agissant évidemment avec toutes les autres administrations (transport intérieur...), le système portuaire ne saurait fonctionner en dehors des règlements applicables aux autres secteurs de l'économie, la politique portuaire s'inscrit dans le cadre de la politique générale du pays.

Une troisième tendance est également à évoquer, il s'agit de l'expérience des offices nationaux qui regroupent les principales fonctions internes au siège de l'office (fonction financière, fonction économique et commerciale...) alors que les fonctions externes (opérationnelles et administratives) restent du ressort de compétences des ports décentralisés. L'office joue le même rôle qu'une autorité portuaire. Cette dernière représente l'État dans une partie de territoire. Dans ce sens, la CNUCED a présenté une étude sur l'expérience du Maroc (*“Administration et organisation portuaires : une expérience intéressante au Maroc”*).

La tendance actuelle notamment avec le mouvement de privatisation entamé il y a longtemps, (les terminaux portuaires sont souvent sous le contrôle des opérateurs privés), a pour effet de restreindre les responsabilités de l'État et de son autorité portuaire et de favoriser la collaboration et coopération entre secteur privé et public. Par ailleurs, les ports ont développé leurs propres solutions, certains pays ont modifié le système portuaire en dépoilant l'autorité de certaines fonctions, jadis indiscutablement maintenu sous l'égide de l'autorité. Les approches "micro" sont adoptées par certains pays attribuent les fonctions séparément aux certains départements ministériels par exemple.

Au Maroc, l'Agence Nationale des Ports met en évidence les missions d'une autorité portuaire que nous présentons ci-après⁶³ :

La mission d'Autorité portuaire est dévolue à l'Agence Nationale des Ports en vertu de l'article 33 de la Loi 15-02 ; elle exerce cette fonction à travers des structures administratives dans chaque port, dont les Capitaineries sont le cœur.

⁶³ www.anp.org.ma

La mission d'Autorité portuaire regroupe :

- La gestion des ports et l'exercice de la police portuaire ;
- La veille sur le respect des règles de sécurité et d'exploitation prévues par la législation et la réglementation en vigueur ;
- L'optimisation de l'utilisation de l'outil portuaire par l'amélioration de la compétitivité des ports, la simplification des procédures et des modes d'organisation et de fonctionnement ;

Les Capitaineries veillent sur les réglementations nationale (Police portuaire) et internationale (conventions internationales telles que SOLAS, MARPOL, Code IMG, Code ISPS...) et sur les conditions de fonctionnement du port, notamment :

- La navigation dans le port et ses atterrages, la régulation du trafic maritime portuaire ;
- La planification, la programmation et le suivi des escales des navires ;
- La police de manutention, de stationnement et de transit des marchandises dangereuses ; la police de balisage portuaire ;
- La coordination en matière de sûreté des navires et des installations portuaires conformément aux dispositions du code ISPS ;
- La protection de l'environnement et la conservation du domaine public, des ouvrages, des infrastructures, des superstructures et des équipements portuaires ;
- L'optimisation de l'exploitation portuaire et de l'utilisation des infrastructures, des superstructures et des équipements portuaires ;
- La sécurité des ouvrages, des équipements, des marchandises, des personnes dans le port.

L'État et l'autorité portuaire veillent à la compétitivité et l'efficacité du port et des terminaux portuaires (objet de notre thèse).

Conclusion du chapitre I

Dans ce chapitre nous avons introduit l'économie du transport maritime, nous avons mis en évidence les concepts de base à la compréhension de l'industrie maritime. Nous avons examiné la demande, l'offre et la structure des coûts dans le secteur maritime. Comme dans tous les secteurs économiques, le secteur maritime recherche l'équilibre optimum, le modèle de l'offre et de la demande tend à fixer un prix d'équilibre (ainsi que la quantité optimale à offrir), la demande de transport est dérivée de la demande finale de bien de consommateur, à la différence du marché de la croisière, le besoin des autres secteurs maritimes s'exprime dans la demande dérivée, d'un autre côté, l'offre se déploie à travers la flotte active en un nombre de manières, réduire la consommation du fuel par la technique de réduction de la vitesse tend à augmenter le nombre des navires activés, bien que le taux de fret est impacté par la demande qui varie suite à la fluctuation des conjonctures, les armateurs réagissent par la mise en place d'un nombre de stratégies conséquentes sur le taux de fret l'incitant à garder le niveau, telles que les stratégies d'armement de désarmement, de conférence, de consortia et d'alliance. La notion des économies d'échelle est au cœur de l'analyse économique dans le secteur portuaire et maritime.

La révolution de la conteneurisation a joué un rôle pivot dans le développement de la ligne régulière, le système de conférence présente des enseignements pour le secteur maritime, bien qu'aboli par la loi dans certains pays, il continue de survivre pour un ensemble de raisons, les ententes sur les prix ne sont pas acceptées, le régime des alliances remplace peu ou prou le système de conférence pour l'avantage qu'il procure et son respect de libre jeu de la concurrence, pourtant son application n'est pas pour autant innocente, le régime des alliances n'est pas sans effet sur le taux de fret. Malgré les tentatives des armateurs, le marché maritime souffre encore de la surcapacité, des faibles niveaux de taux de fret, des conséquences de la crise économique...

Les ports et terminaux portuaires sont au cœur de l'industrie maritime installés sur le littoral d'un pays, ils desservent l'arrière-pays et sont à l'aide de l'optimisation des chaînes de transport et de logistique des acteurs intervenants. Le port n'a pas une seule définition, mais des définitions, ses finalités sont nombreuses en nombre des acteurs et elles sont souvent contradictoires. La structure des coûts chez un transporteur comme chez un port est liée au mode de production exercé.

CHAPITRE II.

LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE : FONDEMENTS CONCEPTUELS ET REVUE DE LITTÉRATURE

Introduction

Dans ce chapitre trois sections sont abordées, la première section expose l'état des lieux et perspectives de développement de l'économie du port Tanger Med. Nous analysons les enjeux de la performance sur le développement portuaire, nous abordons la question de concurrence ainsi que celle de l'intégration régionale et territoriale du port Tanger Med. Enfin une analyse de la conjoncture et l'évolution de la situation économique du port est menée.

Dans la deuxième section, les fondements théoriques en référence à cette étude sont présentés ainsi que la comparaison entre approches paramétriques et approches non paramétriques sont analysées, les instruments de l'analyse de l'efficacité sont examinés.

En troisième section, nous étalons la revue de la littérature en matière de la performance et de l'efficacité portuaire. Les objectifs de la littérature existante ainsi que les spécifications des variables et méthodes d'estimation dans les travaux de recherches actuels sont analysés.

SECTION I : Analyse économique des ports/terminaux dans la méditerranée : cas tanger-med

A. Justification du choix de l'emplacement à l'étude en Méditerranée

D'abord, nous précisons que le choix de la zone de la Méditerranée est propulsé par un nombre de raisons :

Primo, la localisation géographique du port Tanger Med dans le bassin méditerranéen. Ce port présente un aspect d'homogénéité tant sur le plan des conditions environnementales et météorologiques, que sur le plan des déterminants de la compétitivité internationale que partage le nouveau port de Tanger avec les autres ports/terminaux du bassin, suscitant notre intérêt d'étudier la performance et les caractéristiques du port Tanger Med et des ports de la Méditerranée en terme de régulations, configurations/designs et conditions économiques. Le port Tanger Med jouit d'une situation géostratégique intéressante reliant la route Est – Ouest, c'est-à-dire celle reliant L'extrême, moyen et proche orient à l'Europe, il fait également la liaison dans la route Nord – Sud, c'est-à-dire, celle reliant l'Europe à l'Afrique.

Secundo, la zone méditerranéenne est regorgée de trafic *idem* constitue l'une des majeures routes du commerce international, placées au centre du monde devenant un goulet d'étranglement entre l'Europe, l'Asie et l'Afrique, les capacités de la région sont estimées par la société néerlandaise de consulting Dynamar à plus de 70 millions evp en 2014 contre 55 millions en 2007, et/est prévu de dépasser les 114 millions evp en 2030. La flotte internationale trouve de la Méditerranée un passage incontournable ainsi aujourd'hui 90.000 navires fréquentent les eaux de détroits de Gibraltar, 20.000 traversent via le canal Suez et 40.000 transitent via le Bosphore⁶⁴.

Tertio, la zone recouvre des ports de différents pays donc différentes politiques, stratégies et régulations, ces ports se livrent à une concurrence rude pour maintenir la position, griller des parts de marché ou survivre à la concurrence dans le cas échéant particulièrement dans un contexte de marché de structure oligopolistique caractérisé par la présence des armateurs et opérateurs portuaires désormais acteurs protagonistes dans la zone; le développement rapide du trafic malgré les crises qui ont sévi et ravagé le monde du commerce international notamment la crise financière de 2008, stimule ces armateurs à se mettre en alliance par exemple l'alliance Ocean 3. À vrai dire, ce sont les stratégies, alliances et régulations qui impactent de près ou de loin la performance économique du port/terminal qui nous intéressent.

B. Enjeux de la performance sur le développement portuaire, territorial et régional

1. Développement des hubs méditerranéens

Actuellement, les compagnies maritimes recherchent des ports/terminaux les mieux placés c'est-à-dire sur des routes les plus alimentées en terme de trafic de marchandise conteneurisée. La route Est – Ouest reliant les pôles de la triade⁶⁵ est la plus dynamique devançant pour la première fois en 2007 la route de transpacifique reliant l'Asie à l'Amérique. Ceci est dû notamment à la prédominance de la Chine dans le commerce euro-méditerranéen particulièrement suite à son adhésion à l'Organisation mondiale du commerce en 2001⁶⁶. Alors que des terminaux ont vu leur trafic s'augmentait exponentiellement, d'autres ont vu carrément le jour, l'accroissement du trafic se trouve artificiellement dopé par la logique de

⁶⁴ Nora Marei, La Méditerranée sous le regard de la conteneurisation, Note de synthèse N°163, Mars 2014, ISEM

⁶⁵ La triade désigne en géographie économique les trois pôles qui dominent actuellement l'économie mondiale : l'Asie orientale, l'Europe occidentale et l'Amérique du Nord.

⁶⁶ www.lantenne.com

transbordement : Algésiras, Gioia Tauro, Las Spezia, Tanger Med, Malte (Marsaxlokk), Valence, Le Pirée, Damiette, Port-Saïd, Izmir, etc. font partie de ce lot. Des trafics stupéfiants à l’instar du port de Gioia Tauro, ouvert en 1995, dix ans plus tard, en 2005, il a franchi la barre de 3,1 millions, Tanger Med, quant à lui, enregistre, depuis son ouverture en 2007, une performance spectaculaire de 3 millions evp en 2014 (capacité nominale maximale du port de Tanger), il talonne désormais les grands ports du bassin à l’instar de l’ancien port Algésiras.

Tableau 8 : Principaux ports de la Méditerranée classés par performance evp (2013)

	Pays	Port	Performance evp 2013 (million)
1	Espagne	Algésiras	4.5
2	Espagne	Valence	4.3
3	Grèce	Pirée	3.1
4	Italie	Gioia Tauro	3.0
5	Malte	Marsaxlokk	2.7
6	Maroc	Tanger Med	2.5
7	Italie	Genova	1.9
8	Espagne	Barcelone	1.7

Source : propre élaboration (diverses sources)

1.1 Les principaux détroits et canaux maritimes en Méditerranée

Dans la Méditerranée, trois canaux jouent un rôle prépondérant dans le dynamisme du flux conteneurisé, il s’agit de : Détroit de Gibraltar, Détroit de Bosphore et Canal Suez.

Figure 17 : Principaux détroits de la Méditerranée



Ces détroits constituent des portes incontournables du commerce de l’Extrême-Orient, Moyen-Orient et l’Europe. Le percement du canal du Suez vers la fin du XIX^e siècle, a joué un rôle décisif dans la révolution de la conteneurisation non seulement pour sa position

géopolitique⁶⁷ sinon pour ses dimensions d'accueil, les plus gros porte-conteneurs de plus de 16.000 evp peuvent désormais y accéder. Le trafic conteneur du Suez a été évalué à 398 millions de tonnes en 2012 contre seulement 40 millions en 1985⁶⁸. Les ports de l'Égypte constituent un nœud au niveau septentrional du bassin, Port Said et Damiette⁶⁹ sont devenus des hubs inéluctables formant un tissu de réseaux de feeders alimentant les ports turcs, libanais et syriens.

Le Bosphore (et Dardanelles) est un détroit emblématique situé de part et d'autre de la mer de Marmara, en Turquie, ce détroit possède des particularités géopolitiques (convoitise, rivalité, etc.), il relie la mer Noire au bassin méditerranéen. Dans la période la plus récente notamment pour le trafic conteneurisé il y a une forte augmentation du trafic, mais avec des risques écologiques et une orientation vers la Méditerranée comme lien avec l'Europe. Dans ce contexte la Turquie en profite et consolide auprès de l'Égypte un rôle pivot de puissance maritime du bassin au niveau oriental. En particulier, dans la région istanbulite s'est développé un complexe multi – sites grâce aux ports d'Ambarli, Gemlik, Izmit, Hayderpaya et Gebse. Ces ports/terminaux sont considérés comme des lieux d'éclatement vers la mer Noire.

Enfin, le détroit de Gibraltar, considéré comme étant le deuxième détroit le plus occupé au monde après le détroit de Malacca, un cinquième du trafic conteneurisé passe par le détroit. La structure portuaire en est hétéroclite, Algésiras premier port d'Espagne est considéré pendant longtemps comme le principal port du détroit, il a été développé en 1965 avec une politique d'industrialisation forte (raffinerie, sidérurgie, etc.), sa situation lui a permis de développer la fonction de soutage⁷⁰ (*bunkering*) à mer et à quai devenant jusqu'alors l'une des spécialités du port d'Algésiras. L'avènement de la conteneurisation a modifié la donne, depuis

⁶⁷ Le détroit servait de route impériale vers l'Inde, après la seconde guerre mondiale, le canal permet le trafic du pétrole du golfe persique pour les besoins européens, aujourd'hui il joue un rôle crucial dans le développement du commerce entre l'extrême orient et l'Europe

⁶⁸ Nora Marei, La Méditerranée sous le regard de la conteneurisation, Note de synthèse N°163, Mars 2014, ISEM

⁶⁹ Le port est desservi par l'alliance G6 (APL, Hapag-Lloyd, Hyundai Merchant Marine, NYK, Mitsui OSK Line, OOCL)

⁷⁰ Le soutage est l'opération consistant en la prise d'hydrocarbures de soute ou « bunkers » à bord d'un navire. Ces hydrocarbures de soute servent à la propulsion du navire. Le mot soutage lui-même est très peu utilisé, son équivalent anglais *bunkering* étant beaucoup plus répandu du fait que l'anglais règne sur le monde maritime. Le soute est composé essentiellement de MDO (Marine Diesel Oil) et HFO (Heavy Fuel Oil). Lors d'un voyage, un navire consomme soit du MDO soit du HFO. Le choix du combustible est fonction de la manœuvrabilité requise : Le MDO est utilisé lorsque le navire rentre au port ou lorsqu'il est soumis à plus de manœuvres. La consommation d'HFO, quant à elle, a lieu lorsque le navire navigue sans manœuvrer. Définition Wikipédia.

l'installation du Maersk en 1986, le port Algésiras est devenu l'un des principaux hubs du détroit, en 2007, 61% des marchandises conteneurisées sont formées essentiellement du transbordement (85%), toutefois, face à la saturation du terminal Juan Carlos I et dans les prévisions positives de doublement du trafic conteneurisé en 2025, le port d'Espagne Puerto de la Bahia d'Algésiras, a concédé un tronçon du terminal de Isla Verde Exterior de 60 ha à la compagnie maritime coréenne Hanjin Shipping Line, et ce, depuis 2010, *in situ* le trafic conteneurisé a connu une croissance rapide, consolidant la présence des asiatiques dans le détroit de Gibraltar, après, Hutchison Port Holdings (HPH) (du Hong-Kong) en Barcelone.

Par ailleurs, en 2001, le Maroc s'est engagé dans une stratégie de développement industriel par la mise en place d'un port *ex nihilo* Tanger Med I, sur le site d'Oued Rmel, Kasr al Majaz, à 50 km de la ville de Tanger. Ce port industriel en eau profonde est composé principalement de deux terminaux à conteneurs, le terminal I dédié à Maersk à hauteur de 90% du capital et Akwa Groupe à hauteur de 10% (du capital), Maersk jusque-là détient les verrous de la Méditerranée par sa présence dans chaque port des principaux détroits de la zone méditerranéenne, le terminal II est un consortium formé de CMA-CGM, Eurogate et MSC, la gestion est italiano-allemande (Constship-Italia et Eurogate), les deux terminaux sont respectivement mis en service en 2007 et 2008.

Les ports espagnols et marocains se sont consolidés autour des stratégies de développement des arrière-pays. Ainsi, la clé de voute pour gagner la bataille portuaire en est le multimodalisme. Un réseau dense de rails et d'Autoroutes a été développé⁷¹. De chaque côté du détroit, le développement des zones franches et logistiques marque la volonté des responsables à transformer ces ports en véritables hubs structurés sur un arrière-pays et un pôle de production/consommation : ZAL del estrecho (Espagne), medhub, TFZ (Maroc) ne sont que des exemples parmi tant d'autres.

1.2 projets d'extension des ports de la Méditerranée

La quête de la performance est au cœur des politiques et stratégies portuaires dans la région méditerranéenne, cette quête se traduit par la mise en œuvre des projets d'extension ambitieux. Malgré le risque de la surcapacité, plusieurs projets sont entamés et à venir, le port Tanger Med s'est engagé dans le projet d'expansion amenant la capacité nominale des terminaux à conteneurs à 8 millions evp en 2015, un nouvel opérateur asiatique est désormais

⁷¹ Nora Marei, Enjeux maritimes et portuaires du détroit de Gibraltar, Note de synthèse, n° 105, Mai 2008, ISEMAR

présent sur le détroit de Gibraltar, il s'agit de l'opérateur PSA à Tanger Med II. Il va dans ce sens, sur le littoral magrébin, en Algérie, DPW (Dubai Ports World) profite de la concession des terminaux à conteneurs d'Alger et de Djen Djen (Jijel), en plus du nouveau terminal à conteneurs de Bejaia à Protek du Singapourien, En Tunisie, le projet d'Enfidha calqué sur Tanger Med, puisque, lui aussi, adossé à des zones économiques et logistiques, a vu le jour en 2010, à 75 km au sud de Tunis, avec une capacité de 5.7 millions evp, pour un coût de 1.4 milliard d'euros (société d'investissement koweïtienne *Al Mal investment Company* allié à HPH et le groupe canadien SNC-Lavalin répondent à l'appel d'offre lancé par le port)⁷². Le Maghreb s'engage dans une stratégie d'intégration dans le marché mondial à travers le segment du transbordement⁷³. En Espagne, le port d'Algésiras, a entamé depuis 2010 des chantiers pour l'extension du port Bahia Algésiras, notamment suite à la saturation du port Juan Carlos et Isla verde I, le port a élargi sa capacité par la mise en œuvre du terminal Isla Verde Exterior. En Turquie, des travaux d'extension sont amorcés, comme celui, du port de Mersin offrant une capacité supplémentaire de 3.1 millions evp, ainsi que le port d'Iskenderun (TIL) avec une capacité de 1.3 million evp et le port déjà en chantier de Candarli en Izmir devrait bientôt voir le jour offrant une capacité de 4 millions evp sous la gestion d'APM terminal, sans négliger la concurrence des ports grecs, le projet Cosco du port de Pirée a augmenté sa capacité à 6.2 millions evp depuis 2009. En Égypte le projet *East Port Said Port* à une projection pharaonique de porter sa capacité à 11 millions evp à l'horizon 2030 grâce à la construction d'un 3^{ème} terminal à conteneurs.

2. Intégration régionale et territoriale de Tanger-Med

Dans un contexte de mondialisation et de libéralisation des échanges accrus, les ports de la Méditerranée se sont engagés à moderniser leurs *hubs*, avec une certaine prise de conscience régionale de s'ancrer aux flux mondiaux, tout comme au Maroc, le port Tanger Med a connu une croissance rapide et une réussite spectaculaire sur la scène internationale à travers l'activité principale : le transbordement, ce dernier représente 95% du débit evp du port, le reste est destiné à l'activité locale (Import/Export), en notant que l'Export comprend généralement le retour du conteneur vide au port.

⁷² Fatima Zohra Mohamed- Chérif, César Ducruet, Les ports et la façade maritime du Maghreb entre l'intégration régionale et mondiale, ENSM, Algérie, 2011.

<http://mappemonde.mgm.fr/num29/articles/art11103.html>

⁷³ Transfère d'un conteneur d'un navire à un autre navire.

Le port Tanger Med fait figure d'un port euro-méditerranéen ainsi qu'euroafricain, profitant d'un positionnement géostratégique comme *hub* d'éclatement de trafic vers l'Europe, l'Asie, l'Amérique et l'Afrique, le succès commercial est indéniable en la matière, le port a attiré les mastodontes des opérateurs et manutentionnaires du secteur maritime : APM, CMA-CGM, Eurogate, MSC pour la phase I, APM et PSA pour la phase II sont d'ores et déjà présent sur cette plateforme. Ce port multiservice ultramoderne⁷⁴ peut recevoir des porte-conteneurs de plus de 16000 evp, avec une capacité nominale de 3 millions evp, s'ajoute le projet du port à conteneurs Tanger Med II portant la capacité totale du port en 2016 à 8,5 millions evp, outre les autres terminaux annexes dont 7 millions de passagers, 3 millions de véhicules et 10 millions de tonnes d'hydrocarbures peuvent transiter chaque année via le port multimodal de Tanger.

Le port Tanger Med est européen, car les intérêts économiques des opérateurs mondiaux sont nombreux outre les opérateurs présents dans l'enceinte portuaire Tanger-Med (APM et Eurogate), Renault a installé son usine de montage dans la zone franche industrielle de Melloussa et utilise une partie de terminal roulier (*Terminal Véhicules Renault*) pour ses exportations Lodgy et Dokker, avec d'indéniables effets d'entraînement, on parle de 6000 emplois. La zone franche logistique Medhub sur 130 ha commercialisée en 2008, connaît déjà un succès avec l'implantation de la société CILSA sur 5 ha, société logistique du port de Barcelone. Le groupe espagnol Europac, leader de l'emballage industriel vient de s'installer au sein de la Tanger Automotive City de Jouamaa (zone franche pour l'automobile. Les centres de distribution à l'export, le japonais Makita et le français Geodis se sont installés depuis le démarrage du projet. Les sociétés de transport telles que SJL (*San José Lopez*) sont également présentes à Tanger Med. Il va de soi que plusieurs autres entreprises européennes, en particulier françaises et espagnoles, se sont implantées dans les différentes zones de la plateforme Tanger-Med.

Le port Tanger Med est africain dans la mesure où 40% de son activité portuaire est destinée à l'Afrique via l'Atlantique du Maroc à Angola. Le port fait éclatement du flux conteneurisé Europe-Asie vers les ports ouest-africain, il revient à Maersk et CMA-CGM de jouer le rôle, en 2014 Maersk déploie six lignes régulières vers l'Afrique depuis Tanger Med et CMA-

⁷⁴ Un port ultra-moderne est un port de dernière génération, c'est-à-dire bien équipé en grues de quai, généralement, de *super post panamax* ou *post panamax*, le degré d'automatisation du port est à considérer aussi. Il existe des ports complètement automatiques en quai comme à l'intérieur dans le yard, les grues de gerbage et tracteurs à remorque fonctionnent selon le mode automatique (par rail, parfois sans pilote), la configuration du yard en dépend. Ces ports sont très exigeants en termes d'investissement et d'expertise.

CGM propose quatre lignes régulières à son tour⁷⁵. La complémentarité d'Algésiras et Tanger Med est cruciale, le binôme capte un trafic nord-sud qui n'a cessé de se renforcer ces dernières années. Il s'agit du trafic international routier (TIR) entre l'Europe et l'Afrique qui, en 2013, a atteint 198 000 unités TIR passant par Tanger Med via des navires rouliers transportant vers l'Europe fruits et légumes du Maroc et vers l'Afrique principalement des équipements.

Tanger Med est un port de mondialisation, sa situation géographique lui a permis de se hisser au premier rang en terme des stratégies internationales de localisation optimale pour fluidifier et rentabiliser les flux *supply chain logistics*, avec un positionnement qui incarne à la perfection les stratégies de la division internationale des processus de production, le Maroc est un des lieux contemporains du transport adapté à l'économie de réseaux. Une étude sur l'intégration du Maghreb⁷⁶ montre que le Maroc est, certes, plus mondialisé que ses confrères l'Algérie et la Tunisie, Tanger Med à l'atout d'être déjà opérationnel et favorablement placé pour capter les flux en provenance de l'Amérique du Nord, de l'Europe occidentale et de l'Afrique de l'Ouest, et contrairement aux *hubs* algériens et tunisiens concédés au groupe Émirati Dubai Ports, Tanger Med a négocié avec les armateurs mondiaux APM, MSC, CMA-CGM ce qui augmente ses chances d'attirer encore plus du trafic. Il est à rappeler que la question d'intégration régionale du Maghreb et de l'Afrique est cruciale afin de promouvoir le commerce mondial, le continent souffre de plusieurs obstacles qui freinent le commerce intracontinental comme la multiplicité des frontières nationales, obstacles non tarifaires (contrôle des prix, contingentement, formalité documentaire inutile...), obstacles tarifaires (droits de douane...), etc. L'élimination de ces obstacles n'est pas suffisante à elle seule si les solutions logistiques n'avancent pas au rythme souhaité, la tendance actuelle, c'est que l'Afrique s'équipe pour relever le défi, et ce, par une profonde mutation, entre l'inauguration des ports, l'arrivée des installations le long du Maghreb dans la Méditerranée que sur le long du littoral atlantique (Dakkar Luanda, Lamu...) des ports ultramodernes et entièrement automatisés commencent à voir le jour dans le continent ainsi que des nouvelles routes, ponts, voies ferrées et des investissements se sont consentis dans plusieurs pays du continent⁷⁷.

⁷⁵ Nora Mareï, Tanger-Med un port eurafricain, Transport et territoires insulaires, Géotransports, 2014, n° 3

⁷⁶ Fatima Zohra Mohamed- Chérif, César Ducruet, Les ports et la façade maritime du Maghreb entre l'intégration régionale et mondiale, ENSM, Algérie, 2011.
<http://mappemonde.mgm.fr/num29/articles/art11103.html>

⁷⁷ Hammou Jdioui, Côme Contazi, Logistique en Afrique, Transport et Logistique. N°29 Novembre 2015, page 22.

Bien que sur le plan de développement local et territorial de Tanger-Med, le bilan n'est pas aussi spectaculaire et on note que seulement 3% du trafic global du *hub* y est dédié au commerce extérieur marocain pour les trois premières années d'exploitation du port, il reste, toutefois, facteur d'intégration important : régional pour son ancrage au niveau du trafic mondial et territorial pour les zones économiques et logistiques qui se sont développées autour de lui.

Les enjeux de la performance⁷⁸ sur le plan de développement régional et national sont alors forts, autour du port s'est développé des zones logistiques (port sec à Ksar Sghir) et de zones d'activités dotées d'un statut de zone franche adossé directement au port (Medhub) la zone franche de Fnideq sur 200 ha située à 18 km du port qui fonctionne comme un grand duty free zone, ainsi qu'une nouvelle ville (Chrafat Melloussa), outre la TFZ (Tanger Free Zone) de Boukhalef, créée en 1997 (Bost, 2010) qui s'est meublée rapidement suite à la décision de création du port Tanger-Med à 33% d'entreprises françaises dont 300 ha de zone industrielle et 65 ha de zone logistique, elle accueille aujourd'hui près de 400 sociétés et génératrice de 40000 emplois directs, sans oublier le réaménagement de l'aéroport Ibn Batouta.

En revanche, le Maroc souhaite procéder à un rééquilibrage des deux façades marocaines par le développement de la région Rif, pôle en terme démographique qui jusqu'à présent souffre de plusieurs maux et difficultés à plusieurs niveaux : Manque d'infrastructures, Sous-équipement, faible compétitivité, Taux de chômage élevé, Économie souterraine, Urbanisation non maîtrisée, Etc. (Ducruet et al. 2011).

Un port de transbordement généralement induit une faible valeur ajoutée au niveau local, emploi une faible main-d'œuvre et fort concurrentiel donc vulnérable au climat de changement du business. Dans ce sens, l'objectif exprimé des responsables marocains étant d'insérer le port dans une perspective d'aménagement du territoire en utilisant le port comme levier de développement régional et territorial par l'ensemble des mesures précitées ainsi pour l'ensemble des travaux colossaux de construction d'autoroute et de rails qui arrivent jusqu'au port, le creusement du préRif permet la percée d'autoroute jusqu'à Casablanca d'un côté et Tétouan de l'autre côté, le rail arrive jusqu'au port et/est connecté au réseau national.

Le port Tanger-Med est l'archétype de la modernisation également en termes de la gouvernance, c'est le premier port entièrement privé sur le modèle du Port-Saïd, c'est un

⁷⁸ Le port Tanger Med a atteint la 55^{ème} position en 2014 selon le classement du magazine spécialisé Container management. <http://container-mag.com/>

modèle économique extraverti avec une législation extrêmement favorable : exonération de droit de douane, exonération de TVA, exonération d'Impôt sur les Sociétés pendant cinq ans, pas de restriction pour le rapatriement de capitaux ou de transaction en devises étrangères, un package protégé par un préavis de vingt ans pour une éventuelle modification de la réglementation, la législation permissive en termes d'embauche et de licenciement est derrière les tensions sociales⁷⁹ qui ont bouleversé le port dans la période 2011-2012, elles ont conduit à plusieurs jours de fermetures consécutifs et une chute de trafic. La concession du troisième terminal à l'opérateur public Marsa Maroc est peut-être une conséquence des conflits sociaux, le climat a été fort redressé suite à la signature des protocoles d'accord, de convention collective pour le cas d'APM et une possible signature de convention collective pour le cas d'Eurogate s'envisage dans le futur.

La normalisation des pratiques portuaires dans le bassin (modernisation et privatisation, extension de capacité, spécialisation) en dehors de l'Union européenne (Maroc, Égypte, Turquie) est facteur d'intégration régionale (Méditerranée) et économique basé sur les échanges commerciaux, qu'il est urgent de renforcer, car les équilibres territoriaux de cette région eurafricaine en dépendent, la consolidation de Tanger-Med dans le développement des fonctions logistiques locales est primordiale afin d'offrir un meilleur ancrage de l'arrière-pays et espérer de réels effets induits en matière de développement régional et territorial.

3. Concurrences entre les ports

La politique du port Tanger-Med vis-à-vis de la concurrence avec le port d'Espagne Algésiras s'inscrit dans le cadre de concurrence-complémentarité qu'il est nécessaire pour le développement du shipping business dans la région de Gibraltar, le binôme Algésiras – Tanger Med en tant que carrefour méditerranéen cristallise les échanges *interchange* et *feeder* envers les quatre coins du monde.

Toutefois, la montée en puissance des *hubs* dans la région méditerranéenne permet de distinguer deux types de ports dans le bassin, les ports de transbordement, généralement, à hauteur de plus de 80% (Algésiras 95%, Port-Saïd 85%, Marsaxlokk 90%, Tanger-Med 95%) et des ports *gateway* dont l'activité principale est celle de desservir l'hinterland (Barcelone, Valence, Gênova) eux aussi capable de recevoir de grand navire de 2000 à 3000 evp et de fournir des services logistiques et d'expéditions de marchandises vers leurs arrière-pays.

⁷⁹ Communiqué de presse activité 2011, Autorité portuaire TMSA.
Communiqué de presse activité conteneurs, Janvier – Mars 2012, Autorité portuaire TMSA.

L'exemple catalan laisse affirmer qu'il faut peut-être miser sur le développement du transport intermodal au sud de l'Europe que les ports italiens et espagnols pourront trouver les voies d'un renforcement de leurs trafics sur le bassin méditerranéen.

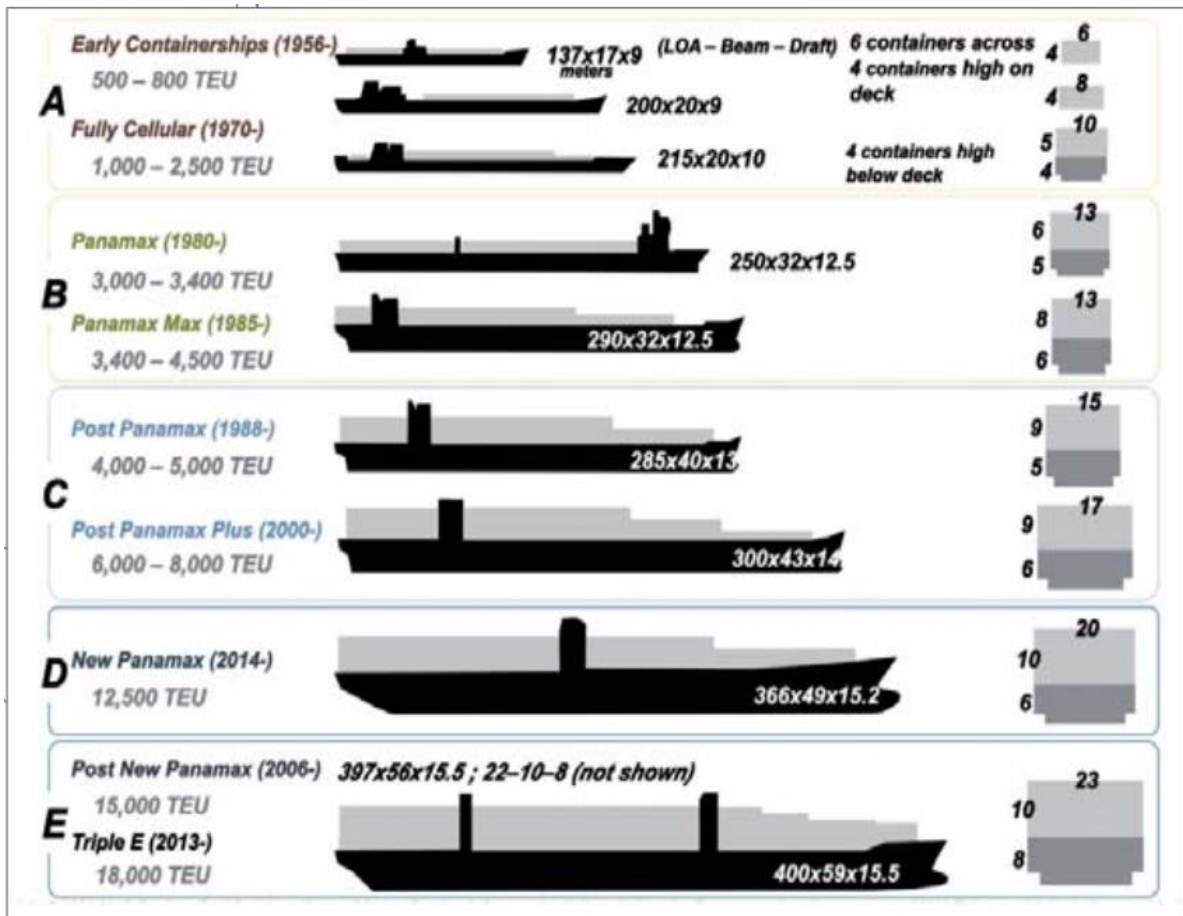
La concurrence est cependant rude pour le cas des *hubs* de transbordement et une possibilité de perdre des clients du jour au lendemain hante toujours les ports et terminaux à conteneurs. Le risque le plus significatif sur les ports/terminaux réside dans le fait que les compagnies maritimes recherchent à tirer profit des intérêts communs de par les avantages que leur présente le domaine du shipping. Les ports de la Méditerranée doivent composer, désormais, avec deux phénomènes de la tendance actuelle du secteur du shipping business : la banalisation des gros porte-conteneurs⁸⁰ et les mégas-alliances.

Cette course effrénée à la massification du flux dans la principale route Asie-Europe de la part des compagnies maritimes n'est pas sans conséquence sur le développement et l'organisation des ports à conteneurs de la région⁸¹. Dans ce sens, les ports chinois (dispose de 7 ports des tops 10 des ports mondiaux) sont bien équipés pour accueillir ces géants de la mer obligeant certains ports de la Méditerranée à se mettre à niveau, pour les ports récents, dont Tanger-Med, cela oblige leurs pays à encore plus d'investissement sans réellement garantir un jour le retour sur investissement, ces ports se retrouvent face à une situation de forte concurrence, d'autant plus que sur cette route les navires de moins de 12 000 evp ne seront plus capables d'être compétitifs, les ports en plus d'avoir un profond tirant d'eau (*draft*) et de grues à quai (portique) plus haut et plus large (*super post panamax*), ils doivent être capable de réussir à générer 2000 à 4000 evp en une seule escale et de s'appuyer sur un parc logistique et un hinterland à la hauteur pour faire transiter la marchandise notamment grâce au multimodalisme (moyens de transport massifiés et diversifiés tels que le rail ou les barges fluviales), la question de l'intégration se pose, également, à ce niveau.

⁸⁰ En l'espace de 7 ans la capacité moyenne des navires porte-conteneurs a fait un bond spectaculaire de 62%. Le danois n°1 mondial s'engage dans la course avec ses Triple -E de 18 340 evp, CMA-CGM s'engage avec ses 2 monstres de Kerguelen et Bougainville de plus de 18 000 evp, le taïwanais Evergreen et le chinois Cosco passent des commandes pharaoniques pour la mise à disposition d'une dizaine de navires de 19 000 evp. Les géant porte-conteneurs ne dépassent guère la capacité de 6000 à 7500 evp (Maersk) en 2006, à titre de comparaison. Actuellement les plus gros navires porte-conteneurs sont CSCL Globe et MSC Oscar respectivement de 19 100 et 19 200 evp, les constructeurs reçoivent des commandes pour la construction des porte-conteneurs de plus de 21 000 evp à l'horizon 2017.

⁸¹ La clientèle des armateurs ainsi que les chargeurs subissent également le préjudice que peut causer l'effet de gigantisme et des méga-alliances.

Figure 18 : Évolution des porte-conteneurs



Source : Jean Paul Rodrigue, Hofstra University, New York

Le risque est d'autant plus accentué, car les armateurs se mettent en alliance pour accroître leur compétitivité et afin de profiter des avantages de l'économie d'échelle que génère la réduction du coût opérationnel des navires. Parmi les 17 armements mondiaux, 16 font déjà partie des 4 mégas-alliances : 2M, Ocean 3, G6, CKHYE, c'est une forme de consolidation de marché. Par souci de rentabilité, les armateurs se concentrent les moyens et réduisent les escales en baissant la fréquence de leurs services qui va jusqu'à la suppression de certains services sur un port⁸². Certains ports sont incontournables, mais cela ne l'épargne pas de se voir réduire le trafic par la réduction ou la suppression d'un nombre d'escales suite à ces mégas-alliances.

⁸² CMA-CGM a supprimé le service FAL (French Asia Line) de Tanger-Med en Juin 2015. Le trafic du port s'amenuisa in-situ sur le TC2 du port à conteneurs Tanger-Med.

Tableau 9 : Les principales alliances stratégiques entre compagnies maritimes

Les 4 grandes Alliances sur l'axe Asie - Europe		
Alliance	Membres	Parts de marché estimées
2M	Maersk et MSC	36%
Ocean 3	CMA-CGM, CSCL, UASC	20%
CKYHE	Cosco, K-Line, Yang Ming, Hanjin, Evergreen	24%
G6	MOL, APL, Hapag, HMM, NYK, OOCL	19%

En outre, tous les ports ne pourront avoir la capacité d'accueillir des navires géants de plus de 19 000 evp, en conséquence, le système du "hub & spoke" tend à s'accroître dans les années à venir. Certains ports seront spécialisés à faire l'éclatement par le transbordement relais⁸³, d'autres auront pour fonction le hub & spoke⁸⁴. Le transbordement est la solution préconisée des armateurs pour répondre aux exigences de leurs clientèles quant aux décisions brutales de rationalisation de leurs services, ils en sont les seuls gagnants, les ports se retrouvent face au risque de se voir perdre du trafic du jour au lendemain, puisque, les armateurs se retrouvent dans l'obligation de choisir les terminaux portuaires. La complexification et la multiplication des échanges de conteneurs ont des conséquences, même sur les terminaux d'un même port.

Le port du Havre s'en est bien sorti jusqu'à présent, par contre, le port de Zeebruges a dû encaisser la perte suite au départ du Maersk et le port Dunkerque a « sauvé les meubles » en réussissant à conserver un service d'Ocean 3, les chargeurs de leurs parts se retrouvent face à une situation critique où ils sont obligés d'adapter leurs Schedule d'approvisionnement et de stockage sur de longues périodes (pluriannuel par exemple), la montée en puissance des lignes régulières conteneurisées opérées par ces mégas-alliances comporte le risque de la dégradation de la fiabilité des services⁸⁵.

⁸³ Transfère des conteneurs d'un navire mère à un autre navire mère qui parcourt de longues trajectoires dans la mer.

⁸⁴ Transfère des conteneurs à partir de navires mère à des navires feeders (nourriciers) qui transportent la marchandise dans un périmètre restreint

⁸⁵ Dossier Port à conteneurs, Comment naviguer au milieu des géants ? Supply Chain Magazine, Octobre 2015, n°98 p 69.

Les phénomènes de gigantisme et d'alliance bouleversent non seulement les ports et opérateurs maritimes, mais ils pèsent aussi sur la clientèle des armateurs à savoir les freight forwarders et les chargeurs. En tout cas, il n'existe d'autre choix que d'activer la veille stratégique. Rester vigilant sur l'évolution du marché étant une solution pour contrecarrer les stratégies armatoriales. Pour les chargeurs, par exemple, se fier aux transitaires ou son commissionnaire de transport, est une solution inévitable. Le logisticien intégré, positionné sur plusieurs *hubs* peut apporter à ses clients la flexibilité (changement de port de départ, transbordement...) que la rationalisation des services a tendance de réduire. Pour les ports et opérateurs portuaires, la veille stratégique aide à anticiper les chamboulements brusques, du coup, de rechercher des alternatives et des pratiques pour rééquilibrer le rapport de force (négocier avec d'autres compagnies...).

C. Analyse de la conjoncture économique : Cas Tanger-Med

Les tendances actuelles de l'industrie maritime pèsent lourdement sur la performance du port/terminaux Tanger-Med. Une analyse de la conjoncture économique serait nécessaire.

1. Tendances économiques globales du trafic maritime

Le contexte économique global pèse lourdement sur le développement du trafic portuaire, Tanger-Med ne fait pas l'exception, à titre d'exemple la perte du service FAL 1 (Asie-Europe) a ralenti la progression galopante du trafic du TC2 du port à partir du second semestre de l'année 2015.

Les tendances actuelles de l'économie mondiale manifestent des résultats contrastés des États-Unis, une atonie de la zone euro, une stagnation de l'économie asiatique en particulier caractérisée par le ralentissement de la croissance chinoise qui avec la baisse du prix de pétrole, à des effets contrastés sur les économies⁸⁶ et une situation optimiste pour les pays émergents de l'Afrique, mais qui souffrent de plusieurs maux à plusieurs niveaux d'infrastructures de transport.

⁸⁶ Malgré les avantages que procure la baisse du prix de pétrole tels que le rebond de la consommation ménagères aux Etats-Unis, la zone euro et le Japon n'en cependant profitent que partiellement, les spécialistes ne voient dans la baisse du pétrole que des effets négatifs démultipliés à l'échelle mondiale. Au niveau macro-économique, tous les pays exportateurs du pétrole (OPEP) sont touchés mais à des degrés différents. L'Arabie-Saoudite (90% des rentrées financières du pays proviennent du pétrole) est sévèrement touchée, des pays comme l'Algérie (70% des rentrées) et Venezuela sont extrêmement fragilisés, la zone euro n'en profite que légèrement de la baisse vu la dépréciation de la monnaie unique de la zone, ainsi que la Chine et le Japon, mais également au niveau micro-économique, les entreprises pétrolières ont subies beaucoup de pertes (chute des cours boursier : BP, EXXON, Total etc.) en plus des suppressions d'emplois que cela entraîne.

La croissance économique des asiatiques plafonne avec une stabilisation de la croissance économique de la Chine autour d'un niveau moyen de 7.5% en 2014 et de moins de 7% en 2015, et s'envisage de continuer en baisse dans les années à venir, un ralentissement du trafic enregistré dans les ports chinois, le gouvernement, pour soutenir l'activité, a annoncé de nouveaux investissements dans d'importants projets d'infrastructures de transport. Pourtant la mutation complexe du modèle de croissance de la Chine qui s'appuiera davantage sur la consommation domestique, l'exploitation possible des ressources énergétiques (gaz et pétroles de schiste) préfigure une évolution plus profonde de l'économie moins déterminante pour le transport maritime à long terme⁸⁷.

Le tassement progressif de la croissance chinoise et la stabilisation du trafic est-ouest caractérisent un marché qui arrive à maturité pour les porte-conteneurs. Les compagnies maritimes engagées dans les programmes d'augmentation des capacités misent davantage sur les marchés émergents en particulier ceux de l'Afrique. Ce sont les trafics partant de l'Afrique à destination de l'Asie qui enregistrent une croissance remarquable, le potentiel de croissance africaine est élevé de 5.5 en 2015 selon le rapport de FMI⁸⁸, les perspectives semblent toujours optimistes pour le continent africain quant aux années à venir, mais l'accès aux marchés africains est encore tributaire de plusieurs goulots d'étranglement. Le trafic nord-sud présente des potentiels variables de croissance assez sensibles à la conjoncture alors que le trafic Sud-Sud⁸⁹ ouvre des perspectives de développements plus robustes avec des évolutions plus structurelles que conjoncturelles.

L'élargissement du canal Panama en 2015 est poussif pour le trafic est-ouest, mais avec une accessibilité très limitée aux marchés latins, africains et asiatiques ce qui propulse une dynamique de création ou d'élargissement des terminaux par les opérateurs maritimes.

2. Évolution du trafic de conteneurs à Tanger-Med et Méditerranée

Le trafic circulant en Méditerranée constitue 30% du commerce maritime mondial. Le tableau suivant montre que le trafic méditerranéen ne cesse de s'accroître au fil des années. Cela est dû à l'ensemble des raisons détaillées dans les sous-sections précédentes (Massification du trafic est-ouest, Surcapacité, Alliances, Gigantisme, Concurrence...).

⁸⁷ www.alternatives-economiques.fr

⁸⁸ Adam KAPPELLA et Murielle MORVAN, Analyse de conjonctures économiques : le transport et les services maritimes, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Mission de la Flotte de commerce, 1^{er} trimestre 2014, France, ISSN : 2269-9139

⁸⁹ Les perspectives de FMI font de l'Afrique subsaharienne un relais de croissance pour le transport maritime

Tableau 10 : La part de la Méditerranée dans le trafic mondial en evp

Année	Monde*	Méditerranée**	% Méd
1995	145 000 000	12 625 000	9%
1996	158 000 000	14 336 000	9%
1997	174 000 000	16 811 000	10%
1998	186 000 000	19 311 000	10%
1999	195 261 458	20 855 880	11%
2000	231 689 448	22 524 350	10%
2001	236 698 406	24 326 298	10%
2002	263 456 511	26 150 771	10%
2003	296 996 130	28 112 079	9%
2004	338 433 750	30 220 485	9%
2005	376 268 146	32 487 021	9%
2006	416 751 971	34 923 547	8%
2007	489 818 309	37 542 813	8%
2008	516 152 333	40 358 524	8%
2009	472 175 125	42 780 036	9%
2010	542 248 030	44 491 237	8%
2011	587 483 461	46 493 343	8%
2012	616 674 442	48 585 544	8%
2013	651 098 616	50 771 893	8%
2014	684 429 339	53 056 628	8%

*Source: élaboration propre donnée Banque Mondiale et CNUCED

**Source: de 1995 à 1998 Drewry Shipping Consultants, Ltd (2000)

De 1999 à 2014: élaboration propre diverse source

Dans le système portuaire marocain, il existe deux ports qui se distinguent en raison de leur importance :

Casablanca : Un port *Gateway* pour le Maroc

Tanger-Med : Un port hub pour les opérations de passage du détroit (*Transbordement*)

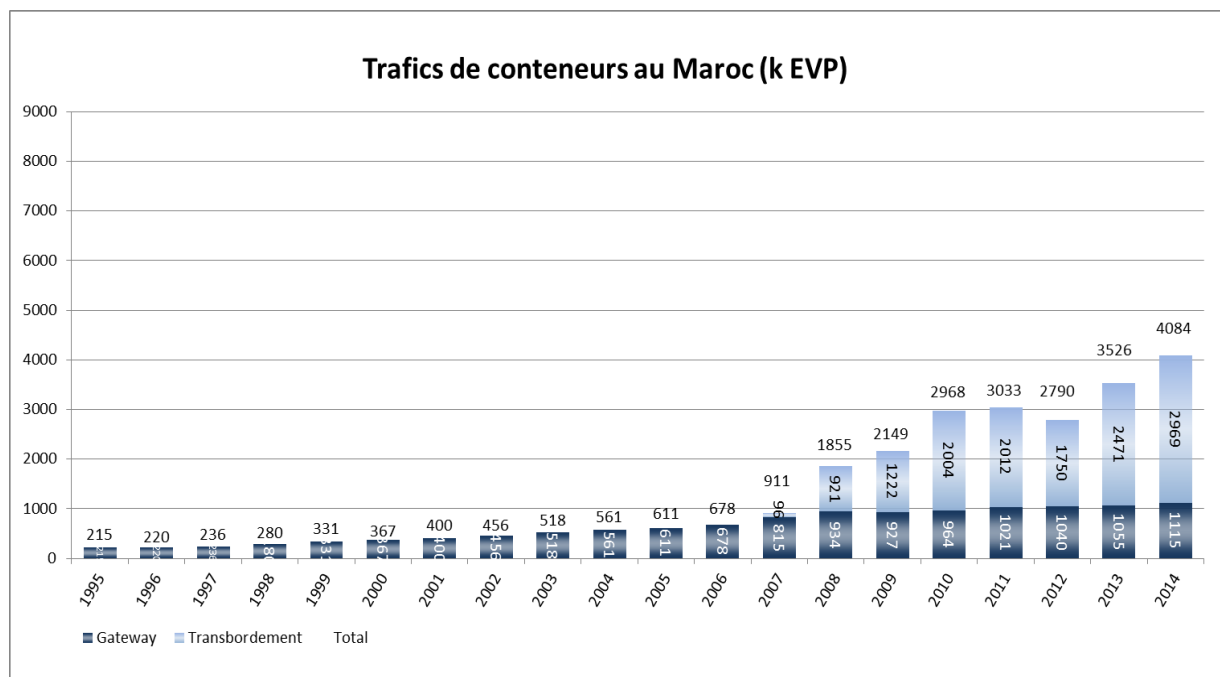
Les autres ports du royaume sont des ports à caractère régional (port Agadir) ou de croisière (port Tanger)

1.1 Situation Transbordement (*hub*) à Tanger-Med :

À Tanger-Med le trafic a connu une augmentation spectaculaire depuis le démarrage de projet en 2007, la baisse inespérée en 2012 est due notamment aux tensions sociales qui ont sévi, dues à leurs tours aux politiques permissives quant aux contrats d'embauche et de licenciement et aux mouvements du « printemps arabe », en 2014 le trafic a battu le seuil de record de 3 millions *evp*, ce qui constitue la capacité nominale, calculé en avant-projet du port.

Dans le graphique suivant nous constatons la montée en puissance dans la filière des conteneurs au Maroc de la catégorie du conteneur transbordement après la création du port Tanger-Med :

Figure 19 : Évolution du trafic par type exprimé en millier evp

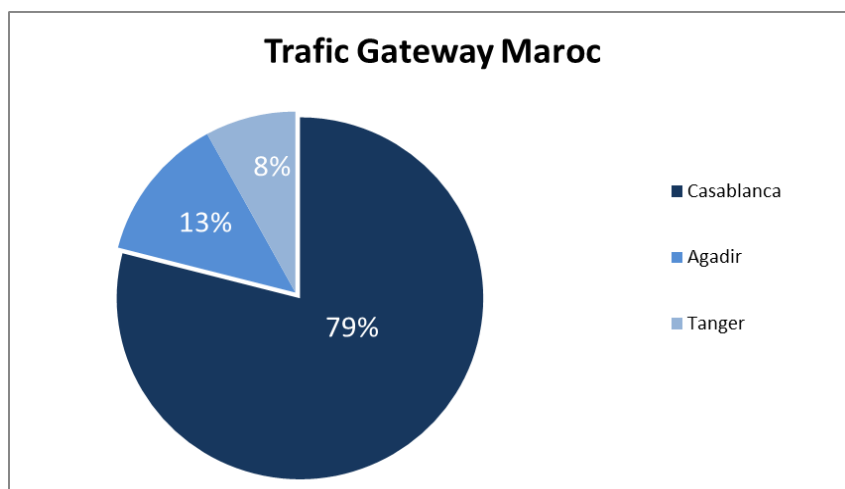


Source : Rapport ANP 2010/2012/2014

1.2 Situation Import / Export (gateway) à Tanger-Med :

Le trafic *gateway* est à l'ordre de 1 million *evp*. Il concerne le trafic des importations / exportations. La situation n'est pas aussi florissante après la création du port de Tanger-Med qui ne contribue qu'avec un taux de 3% au trafic local total (via l'intermodalisme : navire/Remorque) et un taux de transit de 10% en 2014 (via cabotage). La politique portuaire marocaine veut du *hub Med* un port à vocation internationale, la majorité du trafic à destination locale se concentre au niveau du port de Casablanca en raison de 79% (comparé à Agadir 13% et Tanger 8%).

Figure 20 : Trafic gateway du Maroc

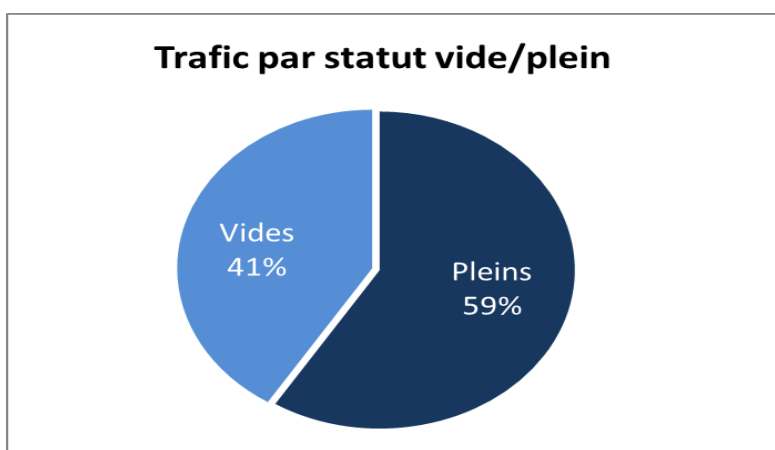


Source : ANP 2013

La lecture des seuls chiffres fait apparaître une progression stable du trafic domestique au Maroc, il est calculé en fonction du taux de croissance annuel composé qui est à l'ordre de 9% en 20 ans d'activité (1995 – 2014).

Le segment de conteneurs pour le trafic *gateway* du royaume est caractérisé par un manque de concurrence entre ports nationaux et un fort déséquilibre entre importations et exportations. Le déséquilibre dans le flux *gateway* occasionne un taux élevé de conteneurs vides en exportation dont le coût de retour n'est pas assumé par le chargeur.

Figure 21 : Trafic gateway par statut vide ou plein



Source : Marsa Maroc

Un autre aspect significatif est le déséquilibre entre conteneurs 20 et 40 pieds, un déficit des conteneurs de 20 pieds est bien notable dans les exportations (la majorité des importations se faisant dans les conteneurs de 40 pieds). Le déséquilibre conjugué du trafic import/export et des conteneurs 20/40 pieds contribuent à accroître le coût du fret.

Le manque de concurrence est dû aussi bien à la concentration de l'activité économique à Casablanca qu'au manque de connectivité au reste des ports du royaume, du fait des tarifs de connexions terrestres qui sont élevés et du manque d'agents logistiques et d'infrastructures qui facilitent le trafic national dans ce port.

En outre, La concurrence intra portuaire au Maroc est faible, Casablanca étant le seul port (sans compter Tanger-Med) qui est composé de deux terminaux, dont un seul, celui de Marsa Maroc, présentes les caractéristiques optimales pour la réception des navires de grandes dimensions et un tirant d'eau plus profond.

Tableau 11 : Caractéristiques des principaux terminaux pour le trafic domestique

Ville	Linéaire	Profondeur	Nbr Portique	Capacité
Marsa Maroc Casa	600	12	8	700 000
Marsa Maroc Agadir	700	9	3	500 000
Somaport	280	10,5	3	150 000

Source : ANP 2013

1.3 Pavillon d'immatriculation marocain :

Le port Tanger-Med est un port exclusif, la gouvernance est privée sous contrôle d'un organisme étatique la TMSA, le port est établi sous modèle de concessions au profit des grands opérateurs maritimes mondiaux, dans ce sens l'analyse du segment de la ligne régulière conteneurisée chez Tanger-Med repose sur la situation des trois opérateurs mondiaux que sont le danois Maersk, le suisse MSC et le français CMA-CGM, une situation d'oligopole qui n'avantage pas les compagnies maritimes marocaines qui n'ont plus de présence sur le marché après que IMTC cesse son activité.

L'avantage que détiennent les compagnies internationales par rapport aux compagnies nationales, c'est qu'elles contrôlent toute la chaîne de par la diversification de leurs activités : transitaire, agence maritime, opérateurs logistiques y ont même leurs propres terminaux ce qui leur permet de bénéficier des économies d'échelle et d'être hyperconcurrentielles.

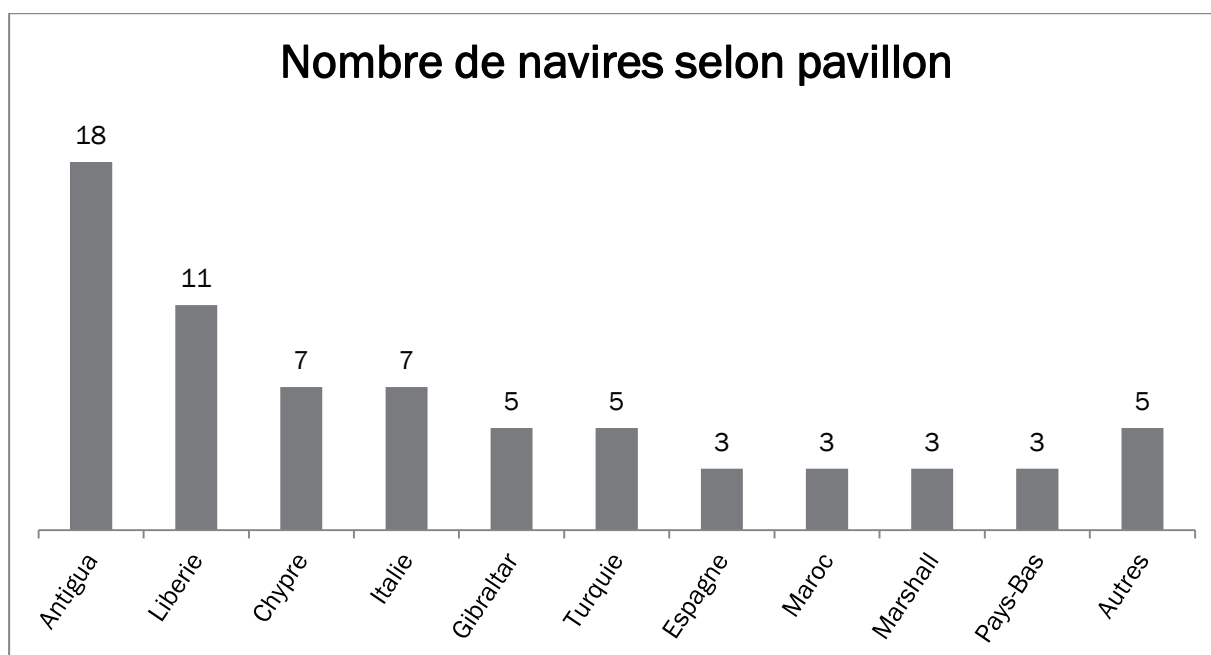
La plupart des navires qui font escale au Maroc ont un pavillon de libre immatriculation, particulièrement des navires de drapeau Antigua & Barbuda et Liberia. Selon Alphaliner, seuls 3 navires appartiennent au pavillon marocain et qui n'est pas opéré par des compagnies marocaines. Par conséquent, les principaux concurrents des navires avec pavillon marocain sont des navires avec libre immatriculation qui bénéficient des conditions plus avantageuses.

Tableau 12 : Nombre de navires par pavillon

Pavillon	Navire
Antigua	18
Chypre	7
Espagne	3
Gibraltar	5
Italie	7
Liberia	11
Maroc	3
Marshall	3
Pays-Bas	3
Turquie	5
Autres	5

Source : ANP

Figure 22 : Nombre de navires selon le pavillon



Source : Alphaliner (donnée 2013)

Suite à l'internationalisation du marché maritime et c'est à partir des années 90 que la flotte sous pavillon marocain commença à perdre peu à peu des parts de marché importantes cédant la place, par manque de compétitivité au niveau mondial, à leurs homologues étrangers. En

2007, suite à la libéralisation du marché de transport marocain, la flotte marocaine a connu sa plus forte décroissance ne comptant que 13 navires en activité (dont seulement 3 pour la filière des conteneurs).

1.4 Carnet de commandes des principales compagnies présentes sur Tanger-Med :

Le classement établi par Alphaliner fait toujours apparaître la prédominance des opérateurs européens sur ce segment du marché de transport, aux trois premières positions se retrouvent Maersk, MSC et CMA, ils détiennent respectivement 14.9%, 13.4% et 8.6%, et une flotte mondiale de 578, 489 et 425 respectivement, l'écart ne cesse de s'accroître entre les trois concurrents.

Tableau 13 : Top 10 du carnet de commandes des principales compagnies maritimes

Alphaliner - Top 100 : Operated fleets as per 17 June 2014											
Rnk	Operator	Total		Owned		Chartered			Orderbook		
		TEU	Ships	TEU	Ships	TEU	Ships	% Chart	TEU	Ships	% existing
1	APM-Maersk	2 723 881	578	1 521 941	252	1 201 940	326	44.1%	219 038	13	8.0%
2	Mediterranean Shg Co	2 441 385	489	1 056 575	193	1 384 810	296	56.7%	429 448	37	17.6%
3	CMA CGM Group	1 573 665	425	545 625	84	1 028 040	341	65.3%	371 036	39	23.6%
4	Evergreen Line	875 821	192	517 931	109	357 890	83	40.9%	260 032	21	29.7%
5	Hapag-Lloyd	780 362	158	420 608	66	359 754	92	46.1%			
6	COSCO Container L.	779 567	159	447 915	96	331 652	63	42.5%	73 772	7	9.5%
7	CSCL	640 491	137	456 723	75	183 768	62	28.7%	125 108	8	19.5%
8	Hanjin Shipping	594 670	99	259 614	35	335 056	64	56.3%	70 720	8	11.9%
9	APL	584 029	107	377 343	49	206 686	58	35.4%	9 200	1	1.6%
10	MOL	576 425	113	212 264	34	364 161	79	63.2%	100 000	10	17.3%

Source : Alphaliner

Les évolutions de carnets de commandes traduisent les stratégies menées par chacun des opérateurs présents sur le marché, quoique le nombre des commandes passées aient réduit en 2014, le marché reste structurellement surcapacitaire, et ce malgré, le record mondial des navires démolis ou démantelés, 500 000 evp démolies en 2014 contre seulement 460 000 en 2013.

Hormis les trois opérateurs en têtes de classement, le reste des compagnies maritimes réduisent leurs escales et préfèrent rationaliser la flotte par des alliances ou fusions, comme elles adoptent des stratégies intensives des économies par le *low-steaming*⁹⁰, enfin elles commencent à privilégier l'affrètement (*Charterer*) à la propriété (*Owner*).

⁹⁰ Opération qui consiste à naviguer en ralentissant la vitesse normale du navire, permettant, généralement, de sauvegarder jusqu'à 25% du coût du carburant nécessaire à la navigation. Une opération

En dépit des tentatives infructueuses des compagnies maritimes à faire remonter le taux de fret en rentabilisant leurs voilures, les taux continuent de se contracter. L'indice chinois (*Shanghai Contenair Freight Index*) indique que les annonces échelonnées des hausses pourraient contribuer à stabiliser les prix sur des périodes plus longues c'est-à-dire sur les grandes lignes, la restauration des taux pourrait s'échelonner en laissant davantage la liberté au mécanisme du marché de réduire la volatilité périodique des dernières années.

3. Analyse des services maritimes du port Tanger-Med

À travers les données disponibles sur le site de l'autorité portuaire, nous pouvons distinguer l'importance d'un service, d'un port ou d'un pays dans la performance du port Tanger-Med, ici la performance sous-entend le débit de conteneurs en *équivalent vingt-pieds*.

Le port Tanger-Med est relié à un nombre important des ports et pays, le trafic, comme nous l'avons expliqué dans les sections précédentes, est composé essentiellement du *transbordement*, activité principale du port, à travers laquelle le Maroc recherche un avantage comparatif⁹¹ dans la région méditerranéenne.

Tableau 14 : Nombre de ports connectés à Tanger-Med classés par continent

Continent	Nre ports	Nbr pays
Europe	51	17
Afrique	37	21
Asie	32	12
Amérique du Sud	17	7
Amérique du Nord	15	6
Total	152	63

Source : Autorité portuaire Tanger (TMPA)

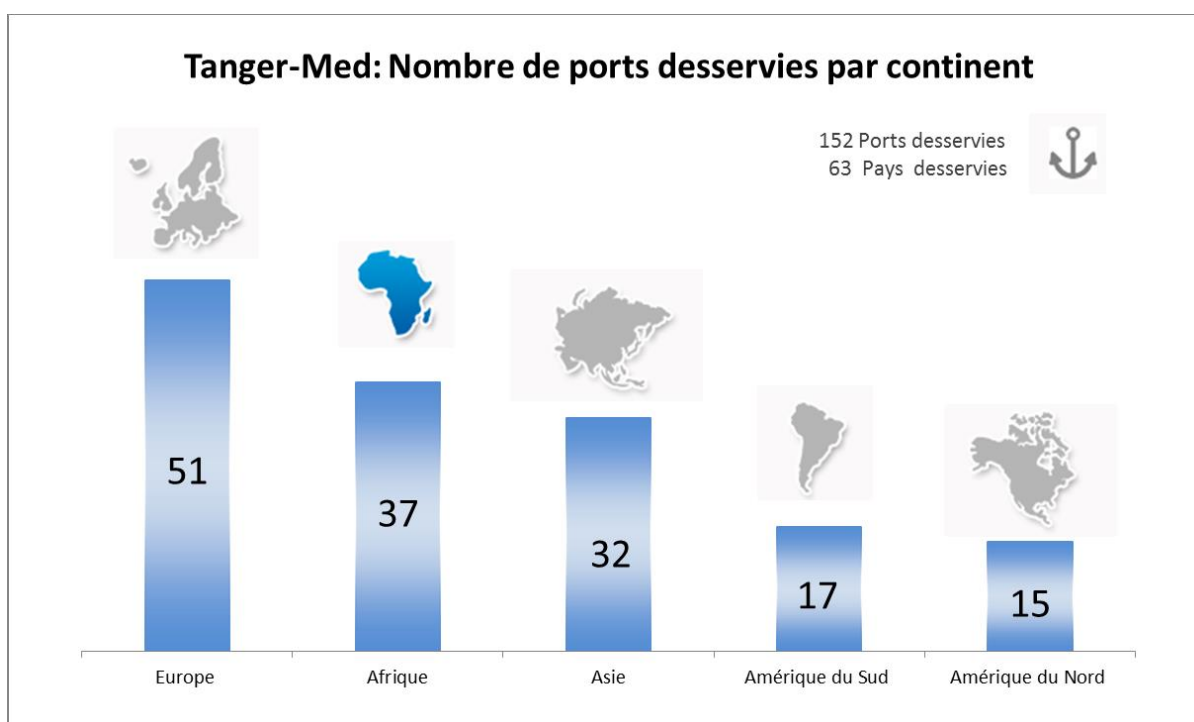
qui a été maintenue même après la crise et ce, malgré le mécontentement et l'insatisfaction de la clientèle vu le retard à l'expédition.

⁹¹ L'avantage comparatif ne se limite pas à la spécialisation du port à travers sa principale activité le transbordement sinon du gain qu'il peut tirer de cette activité dans l'échange, encore il va falloir se distinguer dans la Méditerranée, un marché surcapacitaire ! L'avantage comparatif est très complexe à analyser du fait du nombre élevé des transactions qui lient le pays à un ou plusieurs autres pays, comme il est difficile de quantifier le gain dans l'échange quand il s'agit d'innombrable transaction.

Tanger-Med est destiné au passage de détroit, une analyse générale des différents services maritimes des navires⁹² qui font escale à Tanger-Med confirme la prédominance des connexions des services de l'Europe suivie de l'Afrique, de l'Asie et de l'Amérique respectivement.

Cette constatation n'est qu'une simple lecture du nombre des ports par continent connectés à Tanger-Med, mais cela n'est pas suffisant ! Encore faut-il analyser les connexions par service, dans ce sens, la densité du trafic d'un service pour une compagnie ainsi que le nombre des services opérés dans le port par cette compagnie sont révélateurs. Une analyse qui suppose de montrer l'importance du rôle que joue désormais le récent port dans l'internationalisation du Maroc et sa contribution dans la réorganisation des systèmes de transport des différentes compagnies protagonistes dans la région.

Figure 23 : Nombre de ports desservis par Tanger-Med I



⁹² Ici un service est l'ensemble des ports dont un navire fait escale lors de sa navigation maritime, et ce, depuis le port de départ jusqu'à destination finale. Les ports d'escales ne sont pas les mêmes dans l'aller que dans le retour. Le concept de ligne régulière est important dans ce sens. Voir partie théorique.

Tableau 15 : Services connectés au port Tanger-Med

Services connectés à Tanger-Med	Nombre des services	Moyenne de Transit Time
Asia Europe	3	15,4
Europe -Mediterranean	1	9,5
Mediterranean - N.America	1	9,1
Middle East Europe	2	12,3
N. Europe Middle East	1	12,1
N. Europe -Pakistan -India	1	12,9
North America West Coast -Europe	1	18,4
S. America - Mediterranean	3	16,0
S. America East Coast-Europe	1	10,7
S.America - N.Europe	3	12,1
Tanger Med - Casablanca-Agadir	1	2,5
Tanger Med - North Africa	1	2,3
Tanger Med - W. Africa	17	16,3
Tanger Med-Mediterranean	2	8,7
Tanger Med-Mediterranean-Asia	1	21,3
Tanger Med-North Europe	2	8,5
Tanger Med-Tunis	1	3,8
US East Coast _Mediterranean _Asie	1	14,4
Total général	43	14,0

Le tableau 15 montre que l’Afrique a le plus de services connectés au port Tanger-Med, le délai de transit le plus bas est celui de Tanger-Med et nord d’Afrique c'est-à-dire le service qui connecte le port du Maroc au port de l’Algérie (Ghazaouat et Oran) suivi du service Tanger-Med-Casablanca-Agadir, il concerne le trafic du cabotage, alors que le délai le plus long est celui Tanger-Med Méditerranée Asie d’à peu près 22 jours de transit, le transit s’accroît en fonction de la distance traversée par les navires à l’intérieur du service donné. Cette analyse n’est pas complète pour manque de donnée concernant le volume transporté evp.

La région méditerranéenne offre des perspectives de développement régional et territorial fort importantes pour les ports et terminaux à conteneur de la région; les hubs se déploient autour des principaux détroits qui jouent un rôle pivot dans la promotion du commerce international. La quête à la performance s’est traduite par la mise en œuvre des projets ambitieux d’extension et de création des ports.

Ainsi le port Tanger-Med a vu le jour en 2007 dans le détroit de Gibraltar, jouissant d'une situation stratégique au croisement des routes impériales du commerce mondial qui incarne à la perfection les stratégies de la division internationale des processus de production et de transport international.

Dans le segment des conteneurs, le Royaume du Maroc au niveau régional vise à s'ancrer dans le flux du commerce mondial à travers l'activité principale du port : le transbordement. Ce dernier induit généralement une faible valeur ajoutée du port au niveau local, emploie une faible main-d'œuvre et fort concurrentiel, les responsables sont conscients que la bataille se joue désormais sur terre, l'intégration régionale et territoriale étant la solution qui viabilise le projet phare du royaume, plusieurs zones économiques et logistiques se sont développées autour du port ainsi que la construction d'autoroute et de rails.

L'Afrique doit également s'équiper au niveau logistique afin de profiter de l'occasion que lui présente le domaine du shipping business.

L'effet des mégas alliances et gigantismes marque la tendance actuelle d'un marché surcapacitaire de la Méditerranée arrivant à maturité, ce qui se traduit par la création de nouveaux ports capables de recevoir les porte-conteneurs de dernière génération et par la mise à niveau de certains autres.

Les ports et les chargeurs se retrouvent lésés des stratégies armatoriales qui visent à augmenter le taux de fret par la perte des services ou des escales pour les ports ou la réorganisation des *Schedule* d'approvisionnement pour les chargeurs.

Si la performance a tant d'implications dans le domaine portuaire, une clarification des concepts ainsi que l'analyse des différentes mesures sont nécessaires. L'apport des travaux de recherches en la matière est aussi stimulant. Nous comptons développer les concepts et fondements théoriques de la performance économique portuaire dans les sections qui suivent dans ce chapitre.

SECTION II : Performance économique : fondements conceptuels **et principes directeurs**

Deux concepts sont à la base de l'analyse de la performance économique, il s'agit du concept de la productivité et celui de l'efficacité.

La productivité

La productivité est définie comme étant le ratio de la production en output sur le total des facteurs utilisés (inputs), elle entend mesurer "le ratio d'outputs par inputs". Elle rapporte le résultat obtenu (extrant) à la consommation constatée des facteurs (intrans).

En économie, la productivité est le rapport de la production de biens ou de services à la quantité de facteurs de production ou intrants (parmi lesquels, le capital et le travail) utilisés pour produire ces biens ou services. La productivité est une mesure de rendement⁹³.

On peut ainsi calculer la productivité du travail, la productivité du capital, des investissements, des matières premières, etc.

- La productivité du capital est le rapport de la valeur ajoutée (VA) au capital fixe productif en volume ;
- La productivité globale des facteurs est le rapport de la valeur ajoutée au volume des deux facteurs capital et travail.
- La productivité du travail est le rapport de la VA au nombre d'heures travaillées ;

La notion de productivité globale des facteurs (*Total Factor Productivity - TFP*) vise à synthétiser la productivité d'ensemble du processus de production, elle entend mesurer approximativement le progrès technique; l'indice de Malmquist est l'un des indices de cette mesure que nous entendons appliquer dans la partie pratique de cette thèse.

⁹³ Le rendement exprime de façon concrète et générale la manière dont une action, un procédé de transformation, un processus dans lequel on a initialement entré quelque chose retourne, renvoi ou rend le résultat prévu ou attendu. C'est le ratio entre résultat obtenu et outils nécessaires à son efficacité, le ratio peut être paramétré selon plusieurs formulations afin de correspondre à une activité donnée.

La productivité est en lien avec les notions de rendement, d'efficacité, et d'efficience. L'amélioration de la productivité relève de l'analyse de la valeur et de la gestion de la qualité, et de l'utilisation intelligente du temps travaillé.

La notion de productivité s'avère parfois large et complexe en considérant ses implications en économie et en management. Bien qu'il soit difficile d'estimer son impact sur le management, plusieurs études ne cessent de démontrer son impact positif sur le rendement. Nicholas Bloom mène avec son équipe de chercheurs une expérience en Inde dans laquelle ils ont apporté conseil en management à un nombre d'entreprise tirés au hasard et en comparant les performances avec une entreprise de "contrôle" dont ils n'ont pas offert un service de conseil, ils ont conclu que les entreprises qui ont bénéficié du conseil en management avaient de meilleures performances.⁹⁴

L'efficacité

L'efficacité est un concept relatif, il s'agit de la capacité d'une personne, d'un groupe ou d'une organisation à parvenir à ses objectifs. Elle correspond à produire à l'échéance prévue les résultats escomptés et réaliser ses objectifs assignés, Henry Mintzberg révèle dans l'intitulé de son ouvrage qu' "un management efficace est l'essence même du management". Nous décortiquons le concept d'efficacité dans les pages qui suivent.

L'efficacité inclut le concept de l'efficience. Cette dernière est définie comme l'optimisation de la relation entre les moyens mobilisés et les résultats.

La performance économique

La performance est idem un concept très relatif, il renvoie aux deux concepts précédents, en général, la performance tout court renvoi au concept de benchmark, il existe plusieurs méthodes et approches de mesure de la performance économique. Nous passerons en revue ces méthodes de performance économique principalement la méthode SFA et DEA.

⁹⁴ Nicholas Bloom, Benn Eifert, Aprajit Mahajan, David McKenzie et John Roberts, "Does Management Matter? Evidence from India", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 128, no 1, 2013 ,p. 1-51

A. Méthodes et approches de la performance économique

Il n'existe pas un consensus sur le concept de la performance économique, dans la littérature de transport, deux grandes rubriques de mesures sont considérées, la productivité/efficacité et le changement technologique (Oum, Trethways et Waters 1992). Les mesures largement exploitées sont celles de régression linéaire, indice de productivité, méthode des moindres carrés ordinaires, méthodes des moindres carrés corrigée, maximum de vraisemblance, donnée d'enveloppe (DEA) et frontière stochastique (SFA).

1. Les méthodes de mesures de la performance

Indice de productivité

En principe, la productivité est un indicateur plutôt simple. Elle décrit la relation entre la production et les facteurs nécessaires pour l'obtenir. En dépit de l'apparente simplicité de ce concept, le calcul de la productivité pose un certain nombre de problèmes, qui deviennent cruciaux dès lors qu'on cherche à comparer d'un pays à l'autre la croissance et le niveau de la productivité, soit dans l'ensemble de l'économie, soit dans différents secteurs. Une partie de ces problèmes sont étroitement liés au progrès technique, qui retient beaucoup d'attention actuellement.⁹⁵

L'avantage de l'indice de productivité est son simple calcul, sa limitation se tient dans la difficulté de discerner les changements techniques des effets des économies d'échelle et de la substitution des facteurs.

Régression linéaire

La régression linéaire est l'une des méthodes d'analyses multivariées qui traitent des données quantitatives. C'est une méthode d'investigation sur des données d'observations, ou d'expérimentations où l'objectif principal est de rechercher une liaison linéaire entre une variable Y quantitative (expliquée et dépendante) et une ou plusieurs variables X également quantitatives (explicatives et indépendantes). Sa large utilisation est due à deux majeures raisons : c'est une méthode historique (ancienne), c'est l'outil de base de la plupart des modélisations plus sophistiquées (ex. : la régression logistique, le modèle

⁹⁵ Paul Schreyer et Dirk Pilat, Mesure de la productivité, revue économique de l'OCDE, n° 33, 2001/II

linéaire généralisé, les méthodes de traitement des séries temporelles, et surtout des modèles économétriques, etc.).

La méthode des moindres carrés (MCO)

Méthode élaborée par Legendre et Gauss, elle permet de comparer les données expérimentales, qui contiennent des erreurs de mesure, à un modèle mathématique censé décrivant ces données. Elle consiste à rechercher la relation affine qui lie les variables x et y ; ce qui revient à définir l'équation de la droite du type $y = \beta X + \varepsilon$.

La méthode des moindres carrés est une des méthodes de mesure pour obtenir un ajustement affine d'une série statistique double c'est-à-dire qui donne le "meilleur" ajustement. Elle consiste à calculer, pour chaque point du nuage, sa "distance" par rapport à une droite donnée puis à rendre minimale la somme de ces distances.

La méthode d'estimation des moindres carrés est une méthode de régression qui perçoit les données par une "droite moyenne". Cette dernière se calcule pour la fonction de production ou de coût ce qui correspond à la technique de production utilisée dans une industrie donnée et indique des informations sur le rendement d'échelle de l'industrie ou de ses firmes individuelles. Parmi ses avantages, la technique des moindres carrés est 1) consistante avec la théorie économique capable d'expliquer des structures complexes de production et de coût, 2) il existe plusieurs types de tests statistiques et économétriques pour assister à l'analyse et à la consistance des données. Parmi ses faiblesses, l'agent économique dans le cadre de la technique des moindres-carrés aussi bien de la régression linéaire, est considéré comme rationnel et efficace à tout moment, une hypothèse qui ne reflète pas toujours la réalité des agents économiques et de leurs décisions, l'estimation semble parfois imprécise voire erronée.

La méthode des moindres carrés décalés (MCOD)

Winsten (1957) dans sa discussion de l'article original de Farrell, suggère que le modèle déterministe de la frontière de production peut être estimé en deux phases, la première en appliquant la méthode des moindres-carrés ordinaires afin d'obtenir une estimation sans biais et consistante des paramètres de la pente et une estimation consistante, mais avec biais du paramètre de la constante ensuite d'ajuste la droite "moyenne" pour que le paramètre de la constante avec biais soit ajusté de telle sorte qu'elle englobe (d'en haut) toutes les données de

la frontière.⁹⁶ La droite "ajustée" représente la frontière d'efficacité. L'efficacité individuelle de la firme peut être comparée à la frontière. Sa force consiste dans le fait de révéler l'information sur la technique de production comme les autres techniques de régression, ainsi que sa capacité à distinguer entre le rôle des variables dans l'affectation des variables d'output. Son inconvénient existe dans le fait qu'elle 1) requiert la spécification à priori d'une structure de production ou de coût; 2) il n'est également pas possible de mesurer l'erreur ou la perturbation (Green 1993); 3) l'ajustement est parfois imprécis quant à combien il faut pousser la droite moyenne pour qu'elle devienne la frontière.

La Méthode d'enveloppement des données (*Data Envelopment Analysis*)

La méthode DEA évalue l'efficacité relative des unités de production comparables et génère des scores d'efficacité à partir des informations sur les inputs et les outputs des entreprises (Kobou et al. 2009). C'est une méthode fondée sur la programmation linéaire et qui se base en principe sur la théorie microéconomique afin de comparer toutes les unités similaires en prenant en compte simultanément plusieurs dimensions. Elle détermine la frontière d'efficacité à partir des "meilleures pratiques" des unités de production. Les inputs sont des ressources employées pour la création des outputs d'une qualité donnée. Chaque unité est considérée comme une unité décisionnelle (Decision Making Unit - DMU). Autrement dit, il s'agit d'une méthode de programmation linéaire qui borne les observations par des sections de façon à trouver une frontière. Cette méthode ne requiert pas de spécification explicite de la forme de la relation de production sous-jacente c'est-à-dire de la fonction "à priori" de production ou de coût.

La Méthode de frontière stochastique (*Stochastic Frontier Analysis*)

Approche parfois appelée frontière économétrique, elle spécifie une forme fonctionnelle de production ou de coût souvent par la fonction translogarithmique ou Cobb-Douglas que nous tenterons d'appliquer dans notre thèse. Contrairement aux approches non paramétriques à l'instar de DEA, la SFA permet la présence d'erreur aléatoire qu'il tente de mesurer par l'une des techniques disponibles comme la technique de maximum de vraisemblance ou la technique des moindres-carrés. La détermination de la frontière est toutefois différente en comparaison aux approches non paramétriques, elle inclut deux termes aléatoires, l'un pour l'erreur statistique et l'autre pour l'inefficacité technique, dans ce sens l'écart à la frontière ne

⁹⁶ Subal C. Kumbhakar et C. A. Knox Lovell, *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, United Kingdom première publication en 2000, ISBN 0 521 48184 8 Hardback.

résulte pas seulement de l'écart du système, mais également dû à l'inefficacité de l'unité économique, la marge d'optimisation est ouverte sans un ajustement de la droite de régression à la frontière comme dans le cas des méthodes classiques de la régression linéaire. 1) Elle présente les mêmes avantages que la méthode MCO; mais 2) elle rajoute la prise en considération des termes de l'erreur ce qui permet de tester la validité de certaines hypothèses, 3) elle est flexible dans l'utilisation de la fonction de la technologie de production (forme de la fonction), 4) enfin, elle permet de prendre en considération et d'estimer le facteur exogène dans le modèle donné. Elle présente l'inconvénient 1) d'exiger la structure à priori de la production ou de coût, 2) elle impose de prendre en compte les hypothèses de distribution du terme de l'erreur afin de le décomposer.

Cet ensemble de méthode est exploité afin de mesurer l'effet de changement technologique et de l'efficacité/productivité d'une unité (firme, nation, etc.). La ligne de démarcation entre ces différentes méthodes devient de plus en plus floue et imprécise, le développement mathématique et l'évolution de ces approches a rendu flou les limites quant aux objectifs recherchés et caractéristiques mathématiques de chaque approche. Une distinction entre approche paramétrique/non paramétrique, néoclassique/frontière, déterministe/stochastique est à présent une tâche très ardue, le choix de la méthode doit désormais s'appuyer sur les objectifs de la recherche et la disponibilité des données.

Nous tenterons dans cette thèse de comprendre la structure de l'industrie portuaire (port et terminaux à conteneurs) et d'évaluer la performance dans le cadre d'un benchmark en nous référant à des standards selon les meilleures pratiques du marché, autrement dit nous essaierons de mesurer la performance des différentes unités de décision par le calcul de score d'efficacité et l'élaboration de la frontière de production et de comparer les ports et terminaux vis-à-vis de la frontière. Nous trouvons alors adéquat à cet objectif de recherche l'application des deux méthodes SFA et DEA. Dans ce qui suit, nous présentons les soubassements théoriques des deux groupes de ces approches à savoir paramétriques et non paramétriques.

2. Méthodes d'estimation de l'efficacité

Les concepts d'efficacité technique trouvent leurs origines dans les travaux de Koopmans et Débreu 1951, et de Farrell 1957. C'est essentiellement ce dernier qui a utilisé pour la première fois ces concepts dans un cadre empirique, il a proposé une approche pour l'estimation de

frontière d'efficacité. D'abord, une fonction de production établit une relation entre les "intrants" et les "extrants", elle exprime l'output maximum (minimum) réalisable à partir du vecteur d'inputs x . la fonction de production représente la technologie d'une industrie ou activité donnée pour l'output y observé.

La fonction de production spécifie les quantités maximales d'outputs accessibles pour tout niveau des inputs, et pour tout niveau de l'output, les quantités minimales nécessaires à leur obtention (Thiry et Tulkens, 1988), cette fonction de production correspond à une allocation physique optimale des ressources de production et définit une frontière qui détermine l'ensemble des productions réalisables du secteur d'activité économique donné (Déprins, Simar, Tulkens 1984).

Dans ce cadre, le terme de frontière fait référence à une fonction limite, on fait l'hypothèse de l'existence d'un modèle paramétrique caractérisant une fonction de production (Aigner et Chu 1996), c'est-à-dire une expression analytique particulière représentée comme une sorte d'enveloppe, qui permette d'identifier l'ensemble des points représentatifs des meilleures pratiques (*best practices*) dans un domaine donné, et par rapport à ces points, la performance de chaque entreprise pourra être comparée (S. Perlman, 1996). Cette fonction sera déterminée par un nombre fini de paramètres et le problème sera dans cette approche d'estimer ces paramètres à partir de l'échantillon d'unité de production observé, ce qui correspond à l'information disponible. Des variantes peuvent intervenir en fonction des hypothèses que l'on assigne à la technologie de production envisagée, ces hypothèses concernent principalement les rendements d'échelles et les caractéristiques des inputs et outputs (Déprins et Simar, 1983)

En revanche, la plupart des méthodes sont basées sur les principes dévoilés initialement dans les travaux de Farrell 1957 et qui appliquent particulièrement les techniques de programmation linéaire dans le cadre d'approche non paramétrique (Farrell 1957, Charnes et Cooper 1972, 1985).

Quelle que soit la méthode employée, dès qu'on identifie l'ensemble de la production (nuage de points) les mesures d'efficacité technique des différentes unités découlent de la distance de chacune des unités à la frontière "efficace" obtenue, ces mesures techniques sont relatives (puisqu'elles dépendent d'un nombre de situations observées), la notion de prix et de coût n'est pas prise en compte dans l'efficacité technique, mais plutôt dans l'efficacité allocative.

À ce stade, nous rappelons les trois mesures d'efficacité envisagées dans le cadre des méthodologies des frontières et approches économétriques au niveau de l'entreprise (Chaffai, 1989, Aigner et Chu 1968, Fare, Grosskopf et Lovell 1985) :

- L'efficacité technique : une entreprise est techniquement efficace, lorsqu'elle est localisée sur la frontière c'est-à-dire qu'elle réalise le maximum d'output avec une quantité donnée de facteurs.
- L'efficacité à l'échelle : en plus d'être techniquement efficace, elle opère à une échelle optimale c'est-à-dire à une taille optimale ou appropriée.
- L'efficacité allocative : c'est à ce niveau que le concept d'efficacité intègre les notions de coût et de prix. Pour que l'entreprise soit économiquement efficace, il est nécessaire qu'elle utilise les différents facteurs dans les bonnes proportions, étant donné leur prix relatif.

En économie, on raisonne toujours en termes d'objectifs à atteindre, quelle que soit l'activité productive que l'on étudie. Pour Gathon et Pestieu (1985) l'objectif d'efficacité technique a ceci de particulier qu'il est compatible avec les autres objectifs, quelle que soit leur pondération il n'y a pas de justification à l'inefficacité technique.

L'estimation de modèle de frontière a suscité ces dernières années un regain d'intérêt parmi les économistes (particulièrement les économètres), la littérature est abondante (par exemple Forsund, Lovell, Schmidt, Farell, Fare, Grosskopf, Débreu, Koopmans, Aigner, Chu, Charnes, Cooper, Winston, Walter, Braeutigam, Timmer, Carlsson, Seitz, Hjalmarsson, Cullinane, Song, Wang, Seiford, Banker, Rhodes, etc.). Deux approches sont concurrentes à la manière de construire la frontière et de déterminer les efficacités qui en découlent, les approches paramétriques et non paramétriques.

B. Approche paramétrique et non paramétrique

1. Approche paramétrique : Méthode SFA

On distingue dans l'approche paramétrique deux catégories selon que la frontière est déterministe ou stochastique. Tandis que la première catégorie se réfère à l'écart observé dans le sens unique d'être dû à l'inefficacité supposé sous le contrôle du gestionnaire; par contre, la seconde est due non seulement aux défaillances techniques, mais aussi au terme aléatoire de

l'erreur de mesure ou de la mauvaise spécification du modèle ou de la considération des événements extérieurs, exogènes brefs à toute variable qui n'est pas sous le contrôle du management dite alors stochastique (aléa climatique, politique, choc boursier, etc.).

Les techniques d'estimation se distinguent également dans l'approche paramétrique, souvent deux techniques sont usurpées à savoir l'estimation par les moindres-carrées ou par le maximum de vraisemblance. Farrell (1957) est considéré comme précurseur dans l'utilisation de l'approche déterministe et stochastique qu'il applique sur des données agricoles de 48 États américains en proposant une fonction de production connue à priori, il utilisa la fonction Cobb-Douglas et imposa l'hypothèse de rendement d'échelle constant. Aigner et Chu (1968) emboitent le pas par l'application de la fonction Cobb-Douglas sur des entreprises manufacturières, mais relâchent l'hypothèse de rendement constant en fonction de l'homogénéité de la fonction de production. Plusieurs auteurs ont ensuite tenté d'apporter des modifications censées rajouter de meilleures précisions et estimations efficaces comme témoignent les travaux de Richmond 1974, Greene 1980.

L'approche stochastique connue également par erreur composée fût initialement proposée par Aigner, Lovell et Schmidt (1977), Meeusen et Van Den Broek (1977), elle a été améliorée par Jondrow et al. (1982) pour permettre l'estimation d'indices d'efficacité technique, spécifique à chaque exploitation. Le terme d'erreur est composé de deux parties indépendantes :

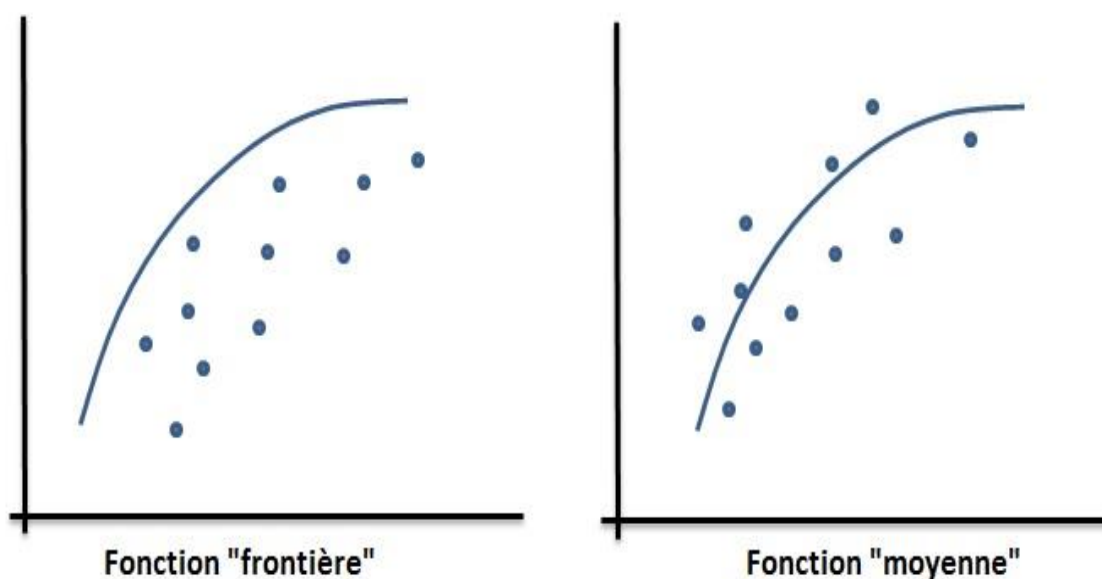
- Une composante représentant l'inefficacité technique et se trouve sur un seul côté de la frontière (one-sided error term).
- Une composante purement aléatoire diffusée sur chaque côté de la frontière de production (two-sided error term), elle entend mesurer l'erreur ou l'effet d'autres facteurs aléatoires sur l'output ou encore des effets combinés non spécifiés des intrants sur la fonction de production.

Méthode SFA

Elle fait partie de l'approche des frontières paramétriques (ou stochastiques) ou encore l'approche des frontières économétriques, il s'agit d'une méthode qui exige la spécification de la forme fonctionnelle à la production (ou coût ou profit), ou à la relation entre les inputs et outputs et les facteurs environnementaux, il s'agit souvent de la fonction Cobb-Douglas ou

translogarithmique. La méthode SFA s'est développée sous deux rubriques de l'analyse économétrique : les analyses de la régression traditionnelle et des analyses de la frontière, les applications économétriques dans le domaine du transport ont mis également l'accent sur l'importance de prendre en compte la forme de la fonction reflétant ainsi la structure de l'industrie en question. À la différence des méthodes de régressions classiques qui assument la maximisation de l'output (ou minimisation) de coût obtenu à partir d'une combinaison donnée de l'input employant une technologie fixe (Walter 1963, Brautigam 1998), une fonction est ajustée dans une série d'observations afin de représenter une fonction "moyenne" de production, cette fonction exprime la structure de l'industrie ou l'activité, les méthodes de la frontière de leur part reconnaissent l'existence de l'inefficacité, les firmes ne peuvent toujours réaliser le maximum (ou minimum) de l'output (ou coût), une frontière est tracée dans l'objectif d'envelopper les efficacités permettant ainsi la comparaison entre pratiques des firmes à partir des meilleures pratiques du marché.

Figure 24 : Fonction "moyenne" et fonction "frontière"



2. Approche non paramétrique : Méthode DEA

Fondamentalement la différence avec l'approche précédente réside dans le fait que l'approche non paramétrique ne spécifie aucune forme analytique spécifique pour la frontière, mais plutôt les propriétés formelles de l'ensemble de production (Taffé, 1998), elle permet de trouver la fonction de production empirique. L'approche non paramétrique recourt aux techniques de la

programmation linéaire, elle trouve ses sources dans les travaux initiaux de Farell 1957. L'approche non paramétrique semble davantage appropriée, car elle ne repose explicitement sur aucune hypothèse concernant la technologie, elle s'applique à des activités ayant particulièrement plusieurs outputs et plusieurs inputs comme le cas des services.

Bosman et Frecher (1992) recommandent de se baser sur la connaissance que l'on a de la technologie du secteur étudié, lorsque l'on a une idée assez nette de ce qu'est la technologie sous-jacente, cas du secteur agricole et des branches manufacturières par exemple, l'estimation économétrique des frontières de production paramétrique a un sens.

Méthode DEA

Connues sous le vocable anglais de Data Envelopment Analysis (DEA), et encore appelée "méthode du point extrême" elle est fondée sur la programmation linéaire, elle détermine la frontière en englobant toutes les observations plutôt qu'un plan de régression en leur centre.

La DEA est défini communément comme une méthode non paramétrique pour mesurer l'efficacité ou l'efficience d'une unité de prise de décision (DMU), avec multiples entrées (inputs) et/ou multiples sorties (outputs).

La méthode DEA a été développée par Charnes et al, (1978, 1981) pour procéder à l'évaluation l'efficacité/efficience d'un programme américain fédéral d'allocation de ressources aux écoles (*Program Follow Through*). La méthode est basée sur la programmation linéaire, elle s'est développée ensuite pour couvrir tant les organisations publiques et privées (Hôpitaux, services sociaux, unités de police, corps de l'armée, entreprises privées, de transport et de logistique, etc.).

Dans la littérature, nous retenons deux variantes de cette méthode. La première fait l'hypothèse que la technologie est à rendements constants (The Constant Returns to Scale Model) ; modèle CCR (Charnes, Cooper et Rhodes (1978)). Dans la deuxième, on relâche cette hypothèse pour admettre des rendements non croissants ou variables (The variable Returns to Scale Model) ; modèle BCC (Banker, Charnes et Cooper (1984)). Le terme enveloppement indique une surface d'observation sous la frontière. Autrement dit la frontière englobe toutes les observations et il n'est pas possible de se situer au-delà de la frontière,

chaque unité appelée DMU (*Decision Making Unit*) est peut-être comparable aux autres points (c'est-à-dire DMU) ainsi qu'aux meilleures pratiques, celles qui se situent sur la frontière. La méthode DEA permet d'identifier un ensemble efficace pouvant servir de référence pour les exploitations inefficaces. L'un des avantages de la DEA, la méthode s'applique à un nombre de données mêmes limitées, la méthode SFA par contre nécessite d'avoir beaucoup plus d'information pour générer des scores d'efficacité plus précis.

La méthode DEA est un outil d'analyse et d'aide à la décision dans les domaines suivants⁹⁷ :

- Elle indique si une organisation dispose d'une marge d'amélioration ;
- En fixant des valeurs cibles, elle indique de combien on doit réduire les inputs et augmenter les outputs pour qu'une organisation devienne efficace
- En identifiant le type de rendements d'échelle, elle indique si une organisation doit augmenter ou au contraire réduire sa taille pour minimiser son coût moyen de production
- En identifiant les pairs de référence, elle désigne quelles organisations disposent des best practice à analyser.

Enfin chaque méthode a ses propres avantages et inconvénients :

Tableau 16 : Avantages et inconvénients de chaque méthode

Méthodes non paramétriques	Méthodes paramétriques
Avantages	Avantages
- Pas de spécification de relation fonctionnelle particulière pour la technologie	- Les inefficacités réduites peuvent avoir des propriétés statistiques
- Décomposition facile des inefficacités : inefficacité technique, inefficacité allocative, inefficacité d'échelle.	- Tiennent compte des aléas autres que l'inefficacité (frontières stochastiques)
Limites	Limites
- Les inefficacités réduites n'ont pas de propriétés statistiques ;	- Nécessitent de représenter la technologie par une forme paramétrique particulière
- Les grosses erreurs de mesure et/ou d'oubli de variables peuvent affecter les mesures d'inefficacité.	- La décomposition de différentes composantes de l'inefficacité n'est pas toujours possible, en particulier pour les technologies-multiproduits.

⁹⁷ Jean-Marc Heguenin, Data Envelopment Analysis, Idheap, Lausanne, 2013, IDHEAP, ISBN 978-2-940390-56-4

Il existe plusieurs approches alternatives pour la mesure de la performance économique, la SFA et la DEA sont des approches de frontières, les deux méthodes présentent des avantages et inconvénients quant à leurs applications dans un domaine donné, nous présenterons dans ce qui suit la revue de littérature dans le domaine des ports et terminal à conteneurs.

SECTION III : Revue de littérature de la performance : de l'émergence à son introduction dans le milieu portuaire

A. Performance : Objectifs des travaux dans la littérature existante

L'analyse de la performance d'un port ou d'un terminal nécessite de prendre note d'un nombre de critères essentiels, deux critères sont à évoquer à ce stade, 1) le port n'est pas la simple collection des terminaux qui le compose, 2) l'output pose un certain nombre de problèmes que seule une compréhension étendue du domaine pourra atténuer. Les hypothèses sont strictement liées aux objectifs de la recherche.

La performance économique c'est-à-dire celle qui concerne la productivité et l'efficacité peut se mesurer quantitativement par les méthodes paramétriques et non paramétriques, dont la méthode, SFA et DEA.

Ces méthodes sont caractérisées par leurs atouts de mettre en comparaison plusieurs unités, donc il s'agit de l'application de la technique de *benchmarking* permettant aussi bien de distinguer les unités leaders qui représentent les meilleures pratiques du marché ou d'une zone géographique. La question des objectifs des unités de production s'impose; un port est à la recherche des objectifs différents de ceux poursuivis par un terminal à conteneurs. La littérature sur l'efficacité et l'efficience portuaire est relativement récente, la plupart des recherches se sont élaborées à partir des années 1990 et modeste comparativement aux nombres de recherches dispensées dans les études de transports qui attaquent particulièrement le secteur ferroviaire et aérien.

En effet, nombre d'études portuaires évoquent le port dans le cadre de son autorité portuaire, et évoquent le terminal dans le cadre de son stevedore. Plusieurs organisations sont présentes dans l'enceinte portuaire et leurs activités bien que sous le contrôle de l'autorité, leurs objectifs sont évidemment différents. Le rôle de l'autorité portuaire lui-même peut se distinguer d'une zone à une autre ou d'un pays à un autre.

Estache, Gonzales et Trujillo (2002), Barros (2005), Trujillo et Tovar (2007), Gonzales et Trujillo (2008) ont révélé explicitement que les activités étudiées sont du ressort de l'autorité portuaire, les analyses de Tovar et Trujillo (2007) portent sur 22 autorités portuaires européennes, tandis que dans d'autres travaux, les auteurs restent silencieux à cet aspect, Liu (1995), Coto-Millan, Bansa-Pino et Rodriguez-Alvarez (2000), Cullinane, Song et Gray (2002) ne dévoilent aucune spécification aux activités du port, ces derniers auteurs ont étudié la performance de 15 ports asiatiques.

La multiplicité des acteurs et agents au sein d'un port rend la tâche d'étudier le port comme un organisme homogène difficile, voire impossible. En revanche, les études sur les terminaux portuaires dévoilent l'activité considérée, il s'agit principalement de transfert du conteneur et exclue les agents et autres acteurs au sein du port, Notteboom, Coeck et Van den Broeck (2000), Cullinane et Song (2003, 2006), Tongzon et Heng (2005), Sun, Yan et Liu (2006), Tovar et Trujillo (2007). La performance relative d'un port ou d'un terminal est mesurée par son potentiel à générer de l'output via la combinaison des inputs dont il dispose, la spécification des variables output et input pose parfois des problèmes que nous tenterons d'étaler dans la sous-section suivante.

La performance peut se mesurer par les méthodes quantitatives, principalement via les modèles de la frontière stochastique (SFA), Tongzon et Heng (2005), Cullinan et al (2005) ou via les modèles DEA, Roll et Hayuth (1993), Liu (1995), Tongzon (2001), Valentine et Gray (2001), Cullinan et al (2004, 2005).

Le débat est encore de jour quant à l'utilisation de l'une ou de l'autre méthode, une enquête réalisée par A. Pallis, T. Vitsounis, Peter de Lange, et E. Notteboom sur les différentes mesures de performance publiée dans le journal de *port economics* indique que les études en matière de port et terminal se sont développées depuis les années 1990, elles s'intéressent à l'économie des opérations de port/terminal ou l'économie et le management des organisations

qui l'exploitent, elles discutent principalement l'efficacité (concept qui inclue l'efficience) et la productivité, alors qu'avant les études considèrent surtout les mesures partielles de productivité (ratio de rotation de navire, productivité de yard et de quai, rentabilité des conducteurs...), actuellement, les études convergent vers l'utilisation des méthodes sophistiquées de régression notamment la SFA et la DEA et on évoque certaine étude comme celle de Lun et Carriou (2009), ces auteurs ont employé les analyses de régression comme outil statistique pour mettre en évidence la relation entre les variables et qui les appliquent en combinaison avec la méthode DEA pour développer une référence pour les opérateurs des terminaux (stevedore) afin d'évaluer leur performance. Tongzon et Heng (2005) combinent la régression traditionnelle avec la méthode SFA pour investiguer la relation quantitative entre structures de propriété du port et son efficacité.

La méthode DEA est renommée pour son adaptation aux mesures de production multioutput dans le secteur portuaire, il est désormais possible d'estimer la marge d'amélioration des ports inefficaces (Barros 2006), la méthode DEA a donné un sens aux mesures de la performance (c'est-à-dire d'efficacité ou d'efficience ou de productivité) qui mette en comparaison plusieurs terminaux (Gonzalez et Trujillo 2009, Cullinan, Song, Ji et Wang 2004), tant la méthode SFA que DEA sont réputées d'être intéressantes pour le *benchmarking* entre performances de plusieurs ports/terminaux.

Selon les objectifs de chaque chercheur et sa conception de la performance, le choix de la méthode est établi. Notteboom et al (2000) furent pionnier dans l'application de la méthode paramétrique SFA, ils introduisent l'approche bayésienne à la SFA pour le contexte du terminal à conteneurs, 36 TC européens ont été évalués. Cullinan, Song et Gray (2002) exploitent une base de données de 15 ports asiatiques, alors que Liu (1995) a évalué le Chiffre d'Affaires de 28 importants ports de la Grande-Bretagne. Tongzon et Heng (2005) montrent que la privatisation est une stratégie portuaire nécessaire pour acquérir l'avantage compétitif.

Barros (2005) évalue la performance de 10 ports portugais par l'estimation de la frontière translog stochastique durant la période 1990-2000. Rodriguez-Alvarez et al (2007) exploitent également la fonction translog dans leur modèle économétrique pour calculer l'efficacité technique et allocative de 3 ports des îles de Canaries et principalement du port de Las Palmas en Espagne. Gonzalez et Trujillo (2008) mettent en évidence la relation entre réforme institutionnelle et efficacité du terminal, ils évaluent la performance de 5 autorités portuaires

espagnoles par l'estimation de la distance de fonction translog, ils démontrent ainsi que la réforme portuaire a amélioré nettement le changement technologique, mais avec un changement "léger" et "doux" au niveau de l'efficacité technique.

Bergantino et Musso (2011) utilisent une méthode de frontière stochastique où le PIB régional, le taux d'emploi, la densité de la population et l'accessibilité sont utilisés pour évaluer l'efficacité de 18 ports d'Europe du Sud pour la période entre 1995-2007, ils concluent que ces facteurs jouent le rôle positif à l'exception du niveau de l'emploi.

Enfin, Niavos et Tsekeris (2011) identifient les principaux déterminants de l'efficacité technique des ports à conteneurs dans la région Europe Sud-Est, ils arrivent aux mêmes résultats des travaux de Cullinan et Song (2003), Estache et al (2002), Tongzon et Heng (2005) c'est-à-dire les grands ports ont tendance à être plus performants et que la privatisation améliore la performance.⁹⁸

⁹⁸ Pierre Carriou, Gabriel Figueiredo de Oliveira, Les déterminants de l'efficacité portuaire : une analyse des ports à conteneurs méditerranéens, Région et Développement n° 41-2015, Toulon, 2015.

Tableau 17 : Revue de littérature sur la base de la méthode SFA

Auteurs	Forme fonctionnelle	Donnée	Type de donnée	Périodes	Facteurs Outputs	Facteurs Inputs	Facteurs exogènes
Liu 1995	Fonction de production Translog	28 ports commerciaux britanniques (UK)	Donnée de panel	1983 - 1990	Chiffre d'Affaire	Capital Travail	Propriété Taille de port Intensité du capital Localisation géographique
Coto-Millan et al 2000	Fonction de coût Translog	27 ports espagnols	Donnée de panel	1985 - 1989	Variable singulière agrégée de marchandises, passagers et véhicules	Coût de MO Coût de capital Coût de la consommation intermédiaire	Efficacités techniques individuelles Taille du port Autonomie financière
Notteboom et al, 2000	Fonction de production Cobb-douglas	36 terminaux européens plus 4 de l'Extrême-Orient	Donnée transversale de coupe	1994	Trafic en Evp	Superficie du terminal Linéaire de quai Nombre de grue de quai	Propriété rendement d'échelle des terminaux Dispersion géographique Rôles du port
Estache et al, 2002	Fonction de production cobb-douglas/translog	13 autorités portuaires mexicaines	Donnée transversale de coupe / Donnée de panel	1996 - 1999	Volume de marchandises manutentionnées	Nombre de travailleurs Longueur de docks	Efficacités techniques individuelles Taux moyen de croissance
Cullinane et al 2002	Fonction de production Cobb-douglas	15 ports asiatiques	Donnée de panel	1989 - 1998	Trafic en Evp	Superficie du terminal Linéaire de quai Nombre des équipements de manutentions	Efficacités techniques individuelles Taille du port Propriété
Cullinane et Song 2003	Fonction de coût Cobb-douglas	5 ports coréens et britanniques	Donnée transversale de coupe / Donnée de panel	1978 - 1996	Chiffre d'Affaire	Service managérial Salaires des employés Coût de capital des opérations du terminal valeur de réserve des équipements de manutentions	Efficacités techniques individuelles Privatisation/dérégulation
Cullinane et al, 2006	Fonction de production Cobb-douglas	57 ports / terminal à conteneurs incluant top 30 ports à conteneurs	Donnée transversale de coupe	2001	Trafic en Evp	Linéaire de quai terminal/port aire de yard nombre de grue de quai (QC) Nombre d'équipement de manutention de yard Nombre de chariot (straddle-carrier)	Efficacités techniques individuelles Rendement d'échelle
Barros 2005	Fonction de coût Translog	10 ports portugais (autorités portuaires)	Donnée de panel	1990 - 2000	Nombre de navires Cargo total	Prix de MO Prix - capital	Efficacités techniques individuelles Changement technique (évolution)

Auteurs	Forme fonctionnelle	Donnée	Type de donnée	Périodes	Facteurs Outputs	Facteurs Inputs	Facteurs exogènes
Tongzon et Heng 2005	Fonction de production Cobb-douglas	25 ports/terminaux	Donnée transversale de coupe	1999	Trafic en Evp	Linéaire de quai Superficie du terminal Nombre des grues de quai (QC)	Efficacités techniques individuelles Privatisation Avantage compétitif
Sun et al, 2006	Fonction de production Cobb-douglas par inférence bayésienne, Markov, simulation de Monte-Carlo	83 terminal à conteneurs	Donnée de panel	1997 - 2005	Trafic en Evp	Capacité de manutention entre navire et quai Capacité de manutention entre quai et yard Nombre de quai Linéaire de quai aire de terminal Capacité de stockage Points des frigorifiques Nombre de chariot (straddle-carrier)	Tirant d'eau Nombre des escales
Rodriguez-Alvares et al, 2007	Fonction distance (de production) translog	3 ports polyvalents îles de canaries	Donnée de panel déséquilibré	1991 - 1998	Conteneurs Ro-Ro cargo Genral break-Bulk cargo	Travailleurs ordinaire du port Travailleurs spéciaux du port Capital Consommation intermédiaire Superficie	Efficacités techniques individuelles Changement technologique (évolution) Efficacité allocative
Tovar et Trujillo 2007	Fonction distance (de production) Cobb-douglas	22 autorités portuaires européennes	Donnée transversale de coupe	2002	Conteneurs Autres marchandises Passagers	Nombre des employés Superficie	Efficacités techniques individuelles Taux de conteneurisation
Gonzales et Trujillo 2008	Fonction distance (de production) translog	5 autorités portuaires espagnoles et incluant 17 ports	Donnée de panel	1990 - 2002	Conteneurs Vrac liquide Autres marchandises Passagers	Quais Superficie Travail	Efficacités techniques Changement technologique Existence des raffineries Localisation géographique Régulation économique

La méthode DEA pour sa part a été retenue largement dans les travaux de recherches du domaine portuaire, elle fut appliquée initialement dans le secteur portuaire par Roll et Hayuth (1993) avec un exposé purement théorique, les auteurs montrent combien est-ce intéressant d'utiliser la méthode DEA pour comprendre l'efficacité relative de plusieurs manières d'organiser les services portuaires en présence d'une base de données limitée. Poitras et al (1996) concluent que les unités de production peuvent avoir différents rendements d'échelles, croissants, constants et décroissants.

Martinez, Diaz, Navarro et Ravelo (1999) s'appuient sur la DEA pour évaluer l'évolution de l'efficacité technique des ports de l'Espagne, Tongzon (2001) utilise la DEA pour procéder à la comparaison de l'efficacité de 4 ports australiens et 12 ports dans le monde. Itoh (2002) analyse le changement de l'efficacité de 8 ports à conteneurs japonais pour la période 1990-1999. Valentine et Gray (2001) portent leurs analyses sur 22 ports du Monde en appliquant la méthode DEA, pour ces auteurs, la performance du port est liée à la structure organisationnelle du port ainsi que de son mode de propriété.

Barros (2003), applique la DEA sur 11 ports portugais et sur des données de séries (Panel), il en résulte de son analyse, nulle autorité portuaire de ces ports n'a atteint la productivité totale, alors que l'efficacité technique a été améliorée doucement durant la période de l'étude sans aucun progrès technologique. Park et De, évaluent la productivité et la profitabilité de 11 ports coréens et concluent que l'efficacité doit dépendre de 4 étapes : la productivité, profitabilité, vendabilité (marketability) et efficacité économique, chaque étape est analysée par la méthode DEA.

Turner et al (2004), utilise DEA et la régression Tobit pour mesurer la croissance et les déterminants de la productivité dans les terminaux nord-américains, ils révèlent que la relation entre ports et les rails (chemins de fer) est l'un des déterminants clé de la productivité. Barros et Athanassiou (2004) analysent le volume du fret et des navires et concluent que la moitié des 6 ports grecs et portugais opèrent à un niveau supérieur d'efficacité technique et la source d'efficacité économique provient de la taille de ces ports.

Wang et Cullinan (2006) mesurent l'efficacité technique et les économies d'échelle dans 104 TC européens et concluent que généralement les larges TC sont plus efficaces techniquement que les TC de petite taille.

Liu (2008) évalue le changement d'efficacité dans les ports de la région d'Asie-Pacifique pour la période de 1998-2001. El Araqi et al (2008), évaluent, à travers la méthode DEA BCC et CCR, 22 ports de Moyen-Orient et l'Afrique de l'Est.

Hung et al (2010) évalue le trafic portuaire de 31 ports de la région Asie-Pacifique, il en résulte que l'inefficacité économique (totale) est due principalement aux inefficacités techniques (pures) plutôt que des inefficacités de l'échelle.

Bergantino et Musso (2011), choisissent la région du l'Europe de sud comme domaine d'étude et concluent que les facteurs environnementaux et les conditions économiques ont un effet significatif sur l'efficacité portuaire.

Enfin Wanke et al (2011), portent leur étude sur la performance de 25 terminaux à conteneurs brésiliens, la conclusion fut que l'efficacité de ces terminaux est due principalement au niveau consolidation des expéditions (*shipment consolidation*), les terminaux privés résultent plus performants et efficaces que ne le sont les terminaux publics.

Quelques articles scientifiques combinent les deux méthodes SFA et DEA dans une approche comparative, Cullinane et al (2006) et Cochrane (2008) exploitent des données ventilées faisant référence à la DEA et SFA, il démontre que le facteur exogène des différences de marché peuvent avoir un impact sur le trafic des terminaux gérés à des niveaux comparables d'efficacité, il conclut que l'output doit être ventilé en un nombre de composantes.

La méthode SFA et DEA permettent l'estimation de la performance économique à travers le calcul des ratios de productivité et des scores d'efficacité productive, technique, allocative, elles permettent de se fixer des standards du marché (concept de la frontière), le *benchmarking* et l'interférence des activités sont désormais possibles (Haralambides, Hussain, Barros & Peypoch, 2010)⁹⁹.

Il s'avère d'après ces travaux que la localisation géographique est un important aspect de recherche, et on distingue trois catégories, les études qui portent sur le contexte global

⁹⁹ Verena Flitsch, Efficiency Measurement of Container Ports – A New Opportunity for Hinterland Integration, Research in Logistics & Production, 2012.

(Cullinane et Song 2006; Tongzon et Heng 2005; Sun, Yan et Liu 2006;...), celles qui portent sur une région économique spécifique (Notteboom, Coeck et van den Broeck 2000; Cullinan, Song et Gray 2002; Trujillo et Tovar 2007;...) et enfin les travaux qui portent sur le pays/nation (Liu 1995; Rodriguez-Alvarez et al 2000; Estache, Gonzalez et Trujillo 2002; Barros 2005; Gonzalez et Trujillo 2008;...).

Un autre aspect est important quant à l'application de ces techniques, il s'agit du type des données, selon l'objectif de la recherche, il est communément appliqué le type de donnée transversale de coupe (*cross-sectional data*) et le type donnée de panel (*Panel data*), les premières s'appliquent quand la comparaison porte sur une seule année, les secondes portent sur une période donc un nombre d'années, les données de panel soient équilibrées soient déséquilibrées selon que la base de données manque des années dans la période considérée ou ne manque pas de donnée c'est-à-dire que la séquence est continue dans le temps. Les données de coupe permettent un *benchmarking* entre productivité ou efficacité et analyse la structure de l'industrie par rapport un seul point du temps; les données de panel permettent au-delà d'analyser le changement d'efficacité dans le temps chose qui ne peut être faite par le type adversaire.

Les études en la matière (performance économique portuaire) portent intensivement sur la propriété (*Ownership*) et la structure de l'industrie et ces concepts reliés tels que la privatisation, la décentralisation, l'autonomie et la régulation portuaire. Depuis qu'elle a été appliquée par la Grande-Bretagne en 1980, la privatisation et la dérégulation se répandent dans plusieurs ports/pays (Cullinan et Song 2002). La préoccupation de ces travaux consiste à analyser l'impact de la privatisation et ses différentes formes sur la performance portuaire, les données de panel consistent à élargir l'analyse de telle sorte qu'elle prend en considération l'effet ex ante et ex-poste. Liu (1995) fait ses travaux dans la période de la privatisation des ports britanniques, il conclut qu'il n'existe pas de relation entre forme de propriété et performance. Estache, Gonzalez et Trujillo 2002 examinent l'efficacité suite à la réforme mise en œuvre par l'autorité portuaire mexicaine (réforme de 1993/94)¹⁰⁰.

¹⁰⁰ Estache, Gonzalez et Trujillo, Technical Efficiency Gains from Port Reform, Policy Research Working Paper, the World Bank, World Bank Institute, Governance, Regulation, and Finance Division, Washington, July 2001

Cullinan, Song et Gray (2002) montrent l'effet de la restructuration administrative et de propriété sur la performance des ports asiatiques. Cullinan et Song (2003) focalisent leurs travaux sur un ensemble de terminaux à conteneurs britanniques et coréens durant le processus de privatisation. Tongzon et al (2005) justifient que la privatisation a effet positif sur l'efficacité portuaire.

Enfin, les résultats de ces travaux demeurent très débattus et manquent de consistance, les variables affectent bel et bien les résultats de chaque recherche, la consistance ne peut être facilement atteinte quand les objectifs, variables et méthodes d'estimation diffèrent. Nous aborderons la discussion sur la spécification des variables des modèles et techniques d'estimation dans ce qui suit.

Tableau 18 : Revue de littérature sur la base de la méthode DEA

Auteurs	DMU	Type de donnée	Facteurs Outputs	Facteurs Inputs
Roll et Hayuth, 1993	20 ports du Monde	Donnée transversale de coupe	Trafic conteneurs Niveau de service Satisfaction d'utilisateur Nombre d'escales	Taille Travail (effectif) Investissement annuel Uniformité des infrastructures
Postras et al, 1996	23 ports australiens et internationaux	Donnée transversale de coupe	Trafic quai en evp/heure Trafic conteneurs /année	Mix de conteneurs 20 et 40 pieds Retard moyen Diff entre temps de séjour et d'opération Productivité de grue (QC) Nombre des grues Fréquence d'escale Droit du port
Martinez-Burdias et al, 1999	26 ports espagnols	Donnée de série 1993 - 1997	Mouvement des conteneurs par quai	Dépenses en main-d'œuvre Charges d'amortissement Autres Charges
Tongzon et al, 2001	21 terminaux australiens	Donnée transversale de coupe	Trafic conteneurs Taux d'opération du navire	Capital (nbre de quai, grues...) Travail (effectif) Terre (superficie du terminal)
Valentine et Gray, 2001	21 ports du Monde	Donnée transversale de coupe	Nombre de conteneurs Tonnage	Linéaire de quai
Barros, 2003	11 ports portugais	Donnée de série	Mouvement du fret Fret en vrac solide Fret en vrac liquide	Travail (effectif) Capital (valeur de réserve des actifs)

Auteurs	DMU	Type de donnée	Facteurs Outputs	Facteurs Inputs
Park et De, 2004	11 ports coréens	Donnée transversale de coupe	Productivité Revenue par cargo Nombre d'escales Profitabilité Revenu Marketabilité Efficacité globale Niveau de Satisfaction client	Productivité Capacité de quai Capacité de levage de cargo Revenu par cargo Nombre d'escales Profitabilité Marketabilité Efficacité globale
Cullinane et al, 2004	25 ports mondiaux	Donnée de série 1992 - 1999	Trafic evp	Facteur Terre Linéaire de quai Aire de stockage Facteur équipement Nombre de grues quai et yard et Charriot-élévateurs
Barros et Athanassiou, 2004	6 ports grecs et portugais	Donnée de panel équilibrée	Nombre de navires Mouvement du fret Cargo total manutentionné Nombre de conteneurs	Effectif des travailleurs Valeur de réserve des actifs
Cullinane et al, 2005	25 ports mondiaux	Donnée de panel 1992 - 1999	Trafic en evp	Longueur du terminal et aire de stockage Nombre de grues de quai, de yard et charriot élévateur
Min et Park, 2005	11 terminaux à conteneurs coréens	Donnée de série	Trafic cargo	Linéaire de quai Nombre de grues de quai Taille de la cour et offices

Auteurs	DMU	Type de donnée	Facteurs Outputs	Facteurs Inputs
Wang et Cullinane, 2006	104 terminaux à conteneurs européens	Donnée transversale	Trafic en evp	Longueur du terminal Aire du terminal Coûts d'équipement
Cullinane et al, 2006	57 terminaux	Donnée transversale	Trafic en evp	Longueur du terminal et aire de stockage Nombre de grues de quai, de yard et charriot élévateur
Rios et Maçada, 2006	23 terminaux américains (Brésil, Argentine, Uruguay)	Données de séries 2002 - 2004	Trafic en evp Moyenne de conteneurs manutentionnés par heure par navire	Nombre de grues de quai Nombre de quais Nombre des employés Superficie Montant des équipements de yard
Barros, 2006	24 ports italiens	Donnée de séries équilibrées 2003 - 2004	Vrac sec Vrac liquide Nombre de navires Nombre de passagers Nombre de conteneurs et d'evp Total des ventes	Nombre de personnel Valeur de capital investi Coûts des opérations
Hung et al, 2010	31 ports de la région Asie-Pacifique	Donnée transversale	Trafic conteneurs	Aire du terminal Linéaire du terminal Nombre de grues QC conteneur par quai

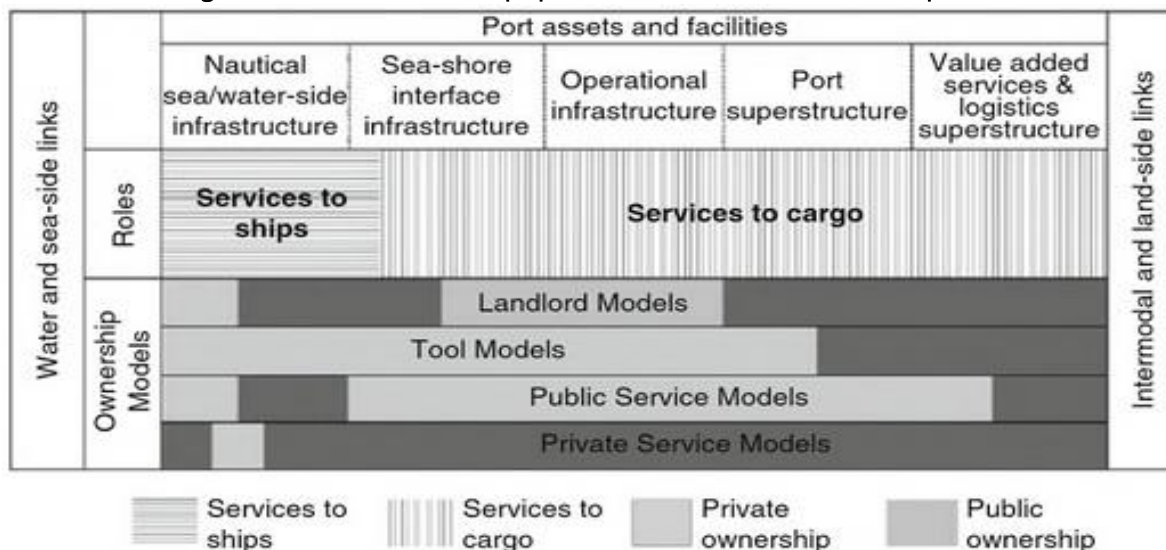
Auteurs	DMU	Type de donnée	Facteurs Outputs	Facteurs Inputs
Bergantino et Musso, 2011	18 ports de l'Europe du Sud	Donnée de panel équilibré 1995 - 2007	Nombre de navires Mouvement du fret Cargo total manutentionné Nombre de conteneurs	Effectif des travailleurs Valeur de réserve des actifs
Wanke et al, 2011	25 terminaux brésiliens	Donnée transversale	throughput agrégé Cargo chargé	Nombre de quais Nombre de camions Aire du terminal
Yun et al, 2011	13 ports chinois	Donnée transversale de coupe	Cargo throughput conteneur throughput Taux de variation cargo Taux de variation conteneurs Arrière-pays direct Taux de variation de PIB	Production par linéaire de quai Production en quantité par quai Production 10000 tonnes PIB direct Proportion du secteur tertiaire dans le PIB de la ville Arrière-pays du port et longueur kilométrique des autoroutes liant le port Longueur des lignes ferroviaires liant le port

B. Spécification des variables et méthode d'estimation dans la littérature existante

La théorie du management et de la logistique portuaire a gagné en popularité en tant que champ de recherche académique cette dernière décennie, et ce, avec un nombre grandissant de publication dans les journaux scientifiques et d'ouvrage en la matière. Cela nécessite désormais une clarification de concepts et de terminologie.

La logistique maritime est le concept qui inclue le physique, l'économique/stratégique et l'intégration organisationnelle/relationnelle (Panayides, 2006) y compris la planification, le désign, l'exécution et le management des flux d'information et du matériel au long de la chaîne logistique maritime et portuaire c'est-à-dire depuis le port jusqu'à l'arrière-pays et vice-versa. La logistique portuaire entend la provision de la distribution et autres services logistiques de valeur ajoutée au sein du port (Mangan, Lalwani et Fynes 2008), les services portuaires s'accomplir dans l'optique de la chaîne logistique porte-à-porte (door-to-door) et les terminaux portuaires ainsi que l'autorité du port doivent jouer un rôle pivot pour le transport en arrière-pays (Langen 2007). Dans cet état d'esprit, les ports ne peuvent plus être séparés et isolés des autres marchés, l'intégration de la chaîne logistique est désormais un challenge à relever à tout prix (Bichou et Gray 2005). Les ports jouent un rôle déterminant dans le management et la coordination des informations et du matériel, ils sont considérés comme des organisations de cluster où tous les acteurs et opérateurs logistiques sont impliqués à donner des solutions et d'apporter VA aux consommateurs finaux (Carbone et de Martino 2003).

Figure 25: Rôles et modèles de propriété au niveau des services et actifs portuaires



Source : Bichou et al 2004

Les activités logistiques au sein du port sont nombreuses et il va falloir prendre en considération ce souci dans l'évaluation de la performance portuaire. Par ailleurs, dans les travaux empiriques, la décision de prendre en compte certaines variables et exclure d'autres est largement liée à la disponibilité et la qualité de données.

La définition des variables n'est pas une tâche facile, la variable output est parfois controversée, certains chercheurs considèrent qu'un seul output peut biaiser l'estimation. La majorité des études considèrent un seul output celui de l'evp (*Equivalent Vingt Pied*), teu en anglais, (Liu 1995; Coto-Millan, Banzo-Pino et Rodriguez-Alvares 2000; Notteboom, Coeck et van den Broech 2000; Estach, Gonzales et Trujillo 2002; Cullinan, Song et Gray 2002, Cullinan et Song 2003 et 2006; Sun, Yan et Liu 2006...leur choix d'un seul output est alimenté par le fait que la SFA ne s'applique pas correctement quand il s'agit de plusieurs outputs.

Les études en matière de l'économie de transport avancent qu'un seul output biaise l'estimation (Jara, Diaz, Tovar et Trujillo 2005), les ports polyvalents ne peuvent voir mesurer leur performance par un seul output, l'evp n'est pas approprié, parce que la mesure traditionnelle et qui est toujours d'actualité pour la marchandise diverse (*general cargo*) est celle exprimée en tonnage, la seconde raison, ces ports sont multifonctionnels, deux sortes d'opération y existent Ro-Ro et Lo-Lo qui exigent la mise en place des équipements de manutention appropriés et différents pour chaque activité. Ainsi en l'absence d'une compréhension étendue du domaine, la prise en compte de plusieurs outputs est souvent une bonne solution.

Barros (2005) inclue divers outputs, le nombre des escales de navires et cargo total. Rodriguez-Alvarez Tovar et Trujillo 2007, choisissent l'evp pour Lo-Lo, et cargo en tonne pour Ro-Ro et vrac. Gonzales et Trujillo 2008 examinent les conteneurs, vrac liquide, autre cargo et le trafic passager comme output. Malgré ces nombreuses tentatives, l'evp prévaut en tant qu'unité de mesure communément adoptée dans la majorité des travaux de recherche.

La spécification des variables inputs est aussi importante, Liu 1995, Coto-Millan¹⁰¹, Banzo-Pino et Rodriguez-Alvares 2000, Estach, Gonzales et Trujillo 2002, Cullinan et Song 2003

¹⁰¹ Voir aussi Coto-Millan, Pesquera et Castanedo, Essays On Port Economics, Physica-Verlag, A springer Company, 2010, ISBN 978 3 7908 2425 4.

prennent en compte le travail et le capital comme inputs dans leurs évaluations. Tongzon et Heng 2005, Cullinan, Song et Gray 2002, Cullinan et Song 2006, Sun, Yan et Liu 2006 considèrent l'infrastructure et les machines particulièrement la capacité du stockage, le linéaire de quai, la superficie, le nombre des engins et leurs capacités, comme inputs dans leurs travaux.¹⁰² Dans ces derniers, les inputs reflètent plus la configuration d'un port/terminal que la première spécification en capital et travail.

Les travaux en matière portuaire tiennent compte aussi des facteurs exogènes, c'est-à-dire externes au processus de production portuaire, et qui influent sur l'efficacité et la productivité d'un port/terminal, ces facteurs ne sont pas sous le contrôle des opérateurs portuaires par exemple la législation, les conjonctures économiques (la prospérité, la crise, la récession, etc.), ou sous le contrôle des opérateurs, mais influent indirectement comme les caractéristiques du réseau de transport, la revue de littérature a examiné un nombre de variables dont on compte, la forme de propriété, la taille, la localisation géographique et le système de régulation.

Les techniques d'estimation est un aspect également primordial dans l'évaluation et l'analyse de la performance par les méthodes SFA et DEA, deux types de fonctions sont communément utilisés par la communauté scientifique, il s'agit de la fonction de production et de coût.

En effet, quand les informations sont exprimées en quantité physique, nous appliquons la fonction de production et il s'agit de maximiser l'output, quand les valeurs sont exprimées en unité monétaire, la fonction coût prévaut, il s'agit de minimiser la fonction. Coto-Millan, Banzo-Pino et Rodriguez-Alvarez (2000), Cullinane et Song (2003) et Barros (2005) par exemple examinent la fonction coût, alors que la majorité des auteurs estiment la fonction de coût, pour la raison principale qu'il est difficile d'obtenir les informations monétaires et financières des ports/terminaux.

Il est à noter que la fonction production ne peut mesurer qu'un seul output tandis que la fonction coût pratique plusieurs outputs, afin de surmonter cette entrave, les fonctions de distance sont désormais manipulées dans le but d'entreprendre plusieurs outputs dans la production (Rodriquez-Alvares, Tovar et Trujillo, Gonzalez et Trujillo...). Le nombre

¹⁰² Hee-jung Yeo, competitiveness of Asian Container Terminals, the Asian Journal of Shipping & Logistics, Volume 26, Number 2, December 2010, pp 229.

d'outputs reste primordial dans la décision de choisir quelle fonction exploitée, celle de production, de coût ou de distance ?

La spécification des variables inputs, outputs et exogènes est nécessaire pour le choix de la fonction, mais aussi pour la forme fonctionnelle, deux fonctions sont à l'ordre du jour, la fonction translog et Cobb-Douglas, ces fonctions sont les plus recommandées dans l'estimation de la frontière et le calcul des scores d'efficacité. Ils présentent l'avantage d'être succinctes dans leur calcul et de forts potentiels dans leur interprétation. Le meilleur choix entre les deux formes dépend de caractéristiques de l'industrie étudiée et des hypothèses émises par le chercheur ainsi que ses objectifs poursuivis. La forme translog est réputée d'être plus flexible que la Cobb-Douglas, alors que cette dernière est préférable quand l'information disponible est restreinte, la fonction translog permet de calculer l'efficacité à l'échelle et les élasticités de substitution alors que la Cobb-Douglas n'en peut, la translog permet de disposer de degré de retour à l'échelle pour chaque observation, la fonction Cobb-Douglas fait ressortir un degré de retour à l'échelle consistant pour l'ensemble des données disponibles.

Selon les objectifs de chaque recherche, différents facteurs et variables peuvent être évalués, la relation entre ces facteurs est aussi importante dans cet examen, la littérature pour la méthode SFA précédemment développée s'appuie sur une estimation des paramètres en deux étapes (*two stage estimation methode*) (Liu 1995, Coto Millan et al 2000), dans la première étape les paramètres sont estimés en se basant sur l'information disponible en inputs et outputs, le score d'efficacité est aussitôt généré, dans la seconde étape, les autres facteurs exogènes autres qu'inputs et outputs sont régressés sur la base des résultats de l'estimation en première étape, et ce, afin d'évaluer la relation entre les facteurs exogènes et l'efficacité, l'hypothèse de distribution indépendante et identique pour les effets d'efficacité est relâchée dans la deuxième étape de régression, ce qui est contradictoire! Ce sont des limites à l'utilisation de l'approche. Battese et Coelli 1995 ont développé l'approche qui permettra de prendre en compte simultanément tous les facteurs explicatifs c'est-à-dire ceux endogènes et exogènes.

Conclusion du chapitre II

Dans ce chapitre nous avons analysé la situation économique du port Tanger-Med. Ce dernier est un port de mondialisation, sa situation géographique lui a permis de se hisser au premier rang en terme des stratégies internationales de localisation optimale pour fluidifier et rentabiliser les flux *supply chain logistics*, le port s'inscrit dans la logique de transbordement. La concurrence est rude dans le bassin et l'investissement portuaire pèsent lourdement sur la finance des opérateurs portuaires. La performance économique est devenue alors un élément clé de compétitivité, ses enjeux sont nombreux. Ce contexte a suscité notre intérêt à explorer les fondements conceptuels et théoriques relatifs à la performance économique dans le domaine portuaire. On peut analyser la performance qualitativement ou quantitativement, les méthodes discutées dans cette thèse, c'est-à-dire la SFA et la DEA, s'inscrivent dans le cadre des méthodes quantitatives. Nous pouvons retenir que la méthode DEA reste largement utilisée dans le domaine portuaire, l'application de ces méthodes furent initiées par l'article de Farrell 1957, et furent appliquées dans le domaine portuaire à partir des années 1990 par Roll et Hayuth.

La DEA n'exige aucune spécification à la forme fonctionnelle (de l'industrie donnée), elle est toutefois plus flexible, elle est consistante même quand le nombre d'observations est plus restreint, la SFA contrairement à son homologue exige une spécification fonctionnelle et devient plus consistante avec un nombre important d'informations. Souvent trois catégories de fonctions sont à l'ordre du jour, il s'agit de la fonction de production, de coût ou de distance selon qu'on dispose des informations physiques ou financières, les deux méthodes présentent des avantages et inconvénients. Dans le cadre des études portuaires, l'output s'exprime souvent en Équivalent Vingt Pieds.

La SFA prend en charge d'autres facteurs que les inputs, c'est-à-dire les variables exogènes qui influent indirectement sur la performance, les deux méthodes sont des méthodes de frontière, donc à la différence des méthodes classiques de régression, la SFA et DEA expriment une frontière qui correspond aux meilleures pratiques du marché, et chaque unité peut se comparer vis-à-vis de cette frontière.

Nous avons passé en revue la littérature des deux méthodes dans le cadre des ports et terminaux (tableau 17 et 18) selon les objectifs des auteurs, des hypothèses émises et de la

relation entre les variables à l'étude, le choix de la méthode y en est tributaire. La fonction de production a été traitée intensivement que la fonction de coût, cela est dû notamment à la disponibilité des informations physiques et la difficulté d'obtenir des informations financières. Les variables inputs souvent estimés dans le cadre de la littérature sont la longueur du quai, la capacité de stockage, la superficie, le nombre et la capacité des engins, la profondeur (ou tirant d'eau) qui représente des informations d'infrastructure et d'opération, mais d'autres études s'intéressent au capital et travail (main-d'œuvre), les résultats sont parfois contradictoires, il n'existe pas un consensus sur quelles inputs ou configuration est la meilleure.

Les objectifs traités dans la littérature s'intéressent notamment à la forme de propriété, les ports/terminaux ont été analysés avant, durant et après le processus de privatisation, et ce, afin d'évaluer ses effets sur la performance portuaire, la taille, les ports ou terminaux de grande taille sont plus performants que les petits ports et terminaux selon un nombre de recherches en la matière, la localisation géographique et le système de régulation sont entre autres des objectifs poursuivis par les spécialistes.

Le choix du type des données diffère selon les hypothèses, objectifs des auteurs et selon également la disponibilité et la qualité des informations, deux types ont été évoqués, il s'agit des données de panel et données transversales, les premières permettent de faire des analyses ex ante et ex-postes, elles prennent en charge des observations dans une période donnée soit des points dans le temps généralement les années, qu'elles manquent ou pas des informations de certains temps, en conséquence, la base peut être déséquilibrée ou équilibrée, pour sa part les données de coupe permettent de faire des analyses transversales, c'est-à-dire l'ensemble des observations sont comparées par rapport à un seul point dans le temps (souvent l'année), l'ensemble des méthodes et techniques ainsi que les types de données s'inscrivent dans le cadre du *benchmarking*, qui permet de procéder à la comparaison entre plusieurs unités de production, dans notre cas, de port/terminal à conteneurs.

CHAPITRE III.

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE PORTUAIRE, APPROCHES THÉORIQUES ET RÉSULTATS EMPIRIQUES

Introduction

Dans le chapitre II, nous avons étalé la revue de la littérature des deux méthodes, SFA et DEA, appliquées dans le domaine portuaire et des terminaux portuaires. En nous basant sur la littérature, dans ce chapitre nous comptons développer dans une première section notre méthodologie de recherche. Nous allons examiner le modèle SFA dans ses deux parties : déterministe et stochastique, nous présentons les choix de la fonction et les hypothèses d'estimation ainsi que la spécification des variables incluant le facteur exogène. Ensuite nous présentons le modèle mathématique DEA comme méthode d'évaluation de la performance en nous basant sur ses deux programmes DEA BCC et DEA CCR, nous identifions les types de rendement d'échelle correspondant à chaque modèle en dépend des deux orientations input et output, enfin nous exposons le modèle Malmquist. Nous poursuivons dans cette thèse l'objectif principal de faire un benchmark de la performance portuaire et d'évaluer l'efficacité portuaire.

Dans la deuxième section, nous cherchons à comprendre les déterminants de la performance économique dans le secteur portuaire. Nous allons évaluer la performance économique des ports à conteneurs de la Méditerranée, avec principalement un focus sur le port/ terminal Tanger Med. Pour ce faire, nous avons construit un panel de 22 ports de la Méditerranée.

La performance est un concept relatif *idem* l'efficacité. La performance doit être déterminée par rapport à une référence. Le modèle SFA semble adéquat pour l'instauration de cette référence en calculant les scores de la frontière représentant les meilleures pratiques dans le marché, ainsi la performance du port Tanger Med sera alors comparée par rapport à cette frontière ou l'ensemble des scores. Nous présentons, décrivons les modèles et discutons des résultats empiriques dans le contexte des ports de la Méditerranée.

SECTION I : Méthodologie et définition des modèles

A. Méthodologie adoptée dans la recherche : la SFA

1. Partie déterministe du modèle : La forme fonctionnelle

Dans les approches paramétriques, dont SFA faire le choix de la fonction de production s'impose, il en est primordial et présente l'avantage de déterminer la structure de l'industrie :

sa technologie. Ce choix permet d'identifier la relation entre les variables inputs et les variables outputs et permet ainsi d'interpréter cette relation entre variables ainsi que la relation entre variables et la technique de production. La fonction est structurée selon les hypothèses émises par exemple l'hypothèse de maximisation de profit ou de minimisation de coût et sous contraintes de la technologie comme inputs quasi fixes (Andreu et al, 1995). Le choix de la fonction détermine la forme de la frontière et la précision de l'estimation, les hypothèses sont exprimées dans la fonction de production. Les études en la matière disposent d'une panoplie de forme fonctionnelle dont les plus communes sont la forme linéaire, la forme Cobb-Douglas, la forme translog, la forme quadratique, la forme ECS (Élasticité constante de Substitution).

Tableau 19 : Formes fonctionnelles dans le modèle déterministe

Nom de la fonction	Représentation mathématique
Linéaire	$y = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n x_n$
Cobb-Douglas	$\ln y = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_n$ ou $y = e^{\beta_0} \prod_{n=1}^N x_n^{\beta_n}$
Translog	$\ln y = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_n + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \beta_{nm} \ln x_n \ln x_m$
CES	$y = \beta_0 + \left(\sum_{n=1}^N \beta_n x_n^{-\rho} \right)^{\frac{-1}{\rho}}$
Quadratique	$y = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n x_n + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \beta_{nm} x_n x_m$

La forme linéaire est la forme basique des modèles de régression linéaire, cependant elle est simpliste ne permettant pas de traiter des réalités économiques complexes. Parfois les fonctions nécessitent des transformations mathématiques pour être linéarisées, on dit que la fonction est linéarisée dans ses paramètres

La fonction Cobb-Douglas est une fonction largement utilisée en économie comme modèle de fonction de production. Elle met en lien les extrants et les intrants. La fonction Cobb-Douglas a été proposée et testée économétriquement par l'économiste américain Paul Douglas et le mathématicien américain Charles Cobb en 1929. D'un point de vue mathématique c'est un simple produit pondéré. Les études statistiques effectuées par Cobb et Douglas ont montré aussi la clé de répartition en trois types de rendement à l'échelle, décroissant, constant et croissant quand $\sum_{n=1}^N \beta_n < 1; = 1; > 1$; respectivement.

La fonction translogarithmique a été introduite par Christensen, Jorgenson et Lau en 1971, 1973 et 1975. On l'a abrégé en fonction translog, est une fonction quadratique, mais avec argumentation logarithmique, la fonction translog est une forme transcendante logarithmique de la fonction de production. La première partie de la fonction, il s'agit d'une spécification Cobb-Douglas ou log linéaire, le second ordre de la fonction permet de faire les croisements des relations entre variables du modèle, ces relations sont supposées non linéaires et autorisent de libres élasticités de substitution. La fonction procure une approximation quadratique pour une forme inconnue d'une fonction double différentiable en continu. La fonction translog correspond au deuxième ordre du développement de la série de Taylor (ou linéarisation). La fonction translog est une généralisation de la fonction Cobb-Douglas, alors que Cobb-Douglas est un cas spécial de la fonction translog.

La fonction de production CES (Constant Elasticity of Substitution) est introduite par Arrow, Chenery, Minhas et Solow en 1961. C'est une forme particulière de la fonction de production néoclassique où la technologie de production utilise des pourcentages de variations constants des proportions des facteurs à la suite d'une variation d'un pour cent du taux marginal de substitution technique (TMST). Le γ de la fonction procure l'information du rendement d'échelle, $\beta_0 > 0$ est le paramètre d'efficacité qui représente la taille de la fonction de production et β_n représente le paramètre de partage et x_n exprime les facteurs de production avec $N=1,2,\dots, n$. La fonction représente les rendements d'échelle : décroissant, constant et croissant quand $\gamma <, =$ ou $>$ à 1 respectivement. ρ est le paramètre de substitution et permet de dériver l'élasticité de substitution. Quand $\gamma=1$, l'élasticité de substitution de la fonction CES est : $\sigma = 1 / (1 + \rho)$. Si $\rho = -1$, alors $\sigma = \infty$ c'est le cas de la parfaite substitution. Si $\rho = \infty$, donc $\sigma = 0$, c'est le cas de la non-substitution. Si $\rho = 1$, donc $\sigma = 1$, l'élasticité de

substitution serait égale à un. Les fonctions de production de Cobb-Douglas et de Leontief sont des cas particuliers de la fonction de production CES.

Grosso modo les fonctions de type linéaire, Cobb-Douglas et CES sont simples et nécessitent peu d'observation pour leur mise en œuvre et satisfaisaient les conditions de régularités, alors que les fonctions de type translog, quadratique sont complexes, mais à la différence des premières, elles permettent une flexibilité qui se traduit dans la capacité de mettre en œuvre des analyses des domaines économiques caractérisés par une technologie sophistiquée et compliquée.

Dans les études portuaires et des terminaux portuaires, généralement et communément les auteurs appliquent la fonction Cobb-Douglas et la fonction translog. Une comparaison entre ces deux méthodes est recommandée (voir Kevin Cullinane, Teng-Fei Wang, Dong-Wook Song, et Ping Ji 2005).

2. Partie stochastique du modèle : La distribution

La méthode SFA se distingue par son approche de décomposition de l'erreur, l'estimation de l'efficacité dans ce sens nécessite la spécification des hypothèses de distribution. L'erreur se décompose ainsi :

$$\varepsilon = v - \mu$$

Avec :

v représente le terme résiduel (bruit statistique ou terme aléatoire)

μ représente l'inefficacité

v et μ sont distribués indépendamment l'un l'autre

Comme déjà évoqué, une fonction de production donne l'output maximum réalisable à partir d'un vecteur d'inputs x . la technologie est définie par la fonction de production $f(x)$.

$$y = f(x, \beta) + \varepsilon \text{ et } \varepsilon \text{ tel que défini ci-haut}$$

ε mesure l'écart entre l'output observé y et l'output maximum réalisable par la technologie efficace, le modèle est déterministe si ε ne représente que μ dans ce cas, $y = f(x, \beta) - \mu$ c'est-à-dire le modèle ne prend qu'un seul effet celui de l'inefficacité qui est dans cette ligne d'idée attribuable à des facteurs supposés sous le contrôle du management (mauvaise décision d'investissement, mauvais choix technologique, manque de compétence, mauvaise gestion...), μ serait nul pour les unités techniquement parfaitement efficaces. Dans ce cas l'estimation de l'efficacité de Farrell est tout simplement exécutée par le quotient :

$$\frac{y_i}{f(x_i, \hat{B})}$$

Et \hat{B} est un estimateur sans biais de β

Si on ajoute à la spécification déterministe un terme aléatoire v , le modèle devient stochastique. Ce modèle tient compte non seulement des facteurs soumis au management, mais également des facteurs qui lui sont hors de portée comme les conditions climatiques ou politiques (grève syndicale) ou crise économique, le modèle prend également compte des facteurs exogènes au modèle.

Dans la littérature v est toujours distribué "normalement" et μ est spécifié selon des distributions unilatérales (*one-sided distribution*). La distribution normale (selon loi normale) de v est donné par :

$$f_v(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_v}} e^{\left\{-\frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\}}$$

La fonction de densité de μ est peut être semi-normale, tronquée normale, exponentielle ou de gamme, Kumbhakar et Lovelle (2000) présentent les quatre hypothèses de distribution :

Fonction	Distribution
Semi-normale	$f_{\mu}(\mu) = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}\sigma_{\mu}} e^{\left\{-\frac{\mu^2}{2\sigma_{\mu}^2}\right\}}$
Tronquée normale	$f_{\mu}(\mu) = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2\pi\sigma_{\mu}\Phi\left(\frac{-\mu}{\sigma_{\mu}}\right)}} e^{\left\{-\frac{(\mu-w)^2}{2\sigma_{\mu}^2}\right\}}$
Exponentielle	$f_{\mu}(\mu) = \frac{1}{\sigma_{\mu}} e^{\left\{-\frac{\mu}{\sigma}\right\}}$
Gamma	$f_{\mu}(\mu) = \frac{\mu^m}{\Gamma(m+1)\sigma_{\mu}^{m+1}} e^{\left\{-\frac{\mu}{\sigma}\right\}}$ $m > -1$

Dans cette recherche nous allons appliquer le modèle SFA suivant une la fonction Cobb-Douglas et Translog, les hypothèses de distribution suivront les modèles de Battese et Coelli (1992 et 1995) selon une distribution semi-normale et tronquée normale, l'estimation de la frontière se ferait suivant les méthodes statistiques de moindre carré ordinaire et maximum de vraisemblance.

3. Définition du modèle et spécification des variables

3.1 Définition du modèle Battese et Coelli 1992

Le modèle a été proposé indépendamment par Aigner, Lovell et Schmidt (1977), et Meeusen et van den Broeck (1977), la spécification originale implique des données transversales avec une décomposition de l'erreur en deux composantes comme susindiquée. L'expression du modèle est :

$$Y_i = X_i\beta + (v_i - \mu_i) \quad i = 1 \dots ,N$$

Y_i (le logarithme de) la production pour le (i) nième firme

X_i $k \times 1$ vecteur de (transformation de) quantité d'inputs pour (i)nième firmes

β les paramètres inconnus et à estimer

v_i^i symbolise le bruit aléatoire symétrique et supposé être i. i. d, selon $N(0, \sigma_v^2)$

u_i^i variables aléatoires non négatives, les u_i sont asymétriques (≥ 0) et supposés être i. i. d, avec troncation à zéro, selon $N(0, \sigma_u^2)$

Cette spécification originale a été largement réutilisée et étendue en un nombre de manières dans des études empiriques. Ces extensions comprennent des spécifications plus générales des hypothèses de distribution comme l'application de la distribution de gamma, la prise en compte des données de panel et efficacité technique en temps variable, l'extension du modèle à la fonction coût etc. (Forsun et al 1980, Bauer 1990, Greene 1993...).

Battese et Coelli proposent d'estimer la frontière stochastique de la fonction de production pour des données de panel dite également de série, le modèle est exprimé comme ce qui suit :

$$Y_{it} = X_{it}\beta + (v_t^i - u_t^i) \quad i = 1, \dots, N \quad \text{et } t = 1, \dots, T$$

Où :

y_{it}	(le logarithme de) la production pour le (i) nième firme pour T périodes
X_{it}	$k \times 1$ vecteur de (transformation de) quantité d'inputs pour (i)nième firmes pour T périodes
β	Défini plutôt
v_t^i	symbolise le bruit aléatoire symétrique et supposé être i. i. d, selon $N(0, \sigma_v^2)$
$u_t^i = (\mu_i e^{-\eta(t-T)})$	variables aléatoires non négatives, les u_i sont asymétriques (≥ 0) et supposés être i. i. d, avec troncation à zéro, selon $N(\mu, \sigma_u^2)$
η	paramètre Eta et à estimer, si $\eta = 0$

Le modèle utilise le paramétrage de Battese et Corra (1977) qui remplace σ_v^2 et σ_μ^2 par $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_\mu^2$ et $\gamma = \sigma^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_\mu^2)$. Ceci est réalisé par la technique de maximum de vraisemblance. Le paramètre γ varie entre 0 et 1, la procédure de maximisation itérative est utilisée afin de trouver la bonne valeur d'initiation telle que l'algorithme de Davidon-Fletcher-Powell (DFP). Les impositions de certaines autres restrictions dans le modèle peuvent mener à des cas spécifiques repris dans la littérature par exemple imputer la valeur zéro au paramètre temps η procure le modèle à temps invariable de Battese, Coelli et Colby de 1989, l'utilisation des données de panel équilibrées c'est-à-dire sans données manquantes et continues dans le temps donne la fonction de production supposée dans le modèle de Battese et Coelli 1988, si μ égale à zéro, ceci réduit le modèle à celui de Pitt et Lee 1981, si $T = 1$, on retourne au modèle original de donnée de coupe de Aigner, Lovell et Schmidt de 1977, si toutes ces restrictions sont incluses excepte $\mu = 0$ le modèle de Stevenson 1980 figure,

éventuellement d'autres permutations peuvent être envisagées particulièrement celles qui prennent en considération la fonction de coût (Modèle de Hughes 1988) ou la spécification de Schmidt et Lovell 1979 qui assume l'efficacité allocative.

En somme, on devra spécifier le modèle, comprend-il des données de panel ou de coupe? Temps variable ou invariable? Ensuite, émettre des hypothèses quant à la fonction qui représente le mieux le domaine, Cobb-Douglas ou translog? Quelle distribution des effets d'inefficacité est supposée représenter le mieux le domaine, semi-normale ou avec troncation à zéro? La meilleure façon reste celle de tenter plusieurs modèles et ce selon les perspectives de l'auteur et objectifs de la recherche.

Dans notre thèse nous allons essayer plusieurs alternatives, nous mettons en œuvre la fonction Cobb-Douglas et translog, pour les ports nous appliquerons les données de panel, pour les terminaux nous mettrons en route les données de coupe, nous procédons au benchmarking de l'efficacité économique des ports et terminaux à conteneurs.

3.2 Définition du modèle Battese et Coelli 1995

Le modèle Battese et Coelli 1995 propose d'estimer la fonction de production et de prédire les efficacités des firmes, par la suite on régresse les efficacités sur des variables exogènes afin de déceler les autres raisons qui peuvent affecter la performance, dans ce cas, nous allons appliquer la procédure d'estimation en deux phases (*two-stage estimation procedure*). La première phase la frontière est estimée suivant la méthode des MCO, dans la seconde étape, la méthode de maximum de vraisemblance y est à l'épreuve. Le modèle s'exprime ainsi :

$$Y_{it} = X_{it}\beta + (v_t^i - u_t^i) \quad i = 1, \dots, N \quad \text{et } t = 1, \dots, T$$

Et

$$m_t^i = z_t^i \delta \quad u_t^i \sim N(m_t^i, \sigma_u^2)$$

Où :

z_t^i les autres paramètres comme définis plutôt
 $p \times 1$ vecteur de variables exogènes

u_t^i variables aléatoires non négatives, les u_i sont asymétriques (≥ 0) et
supposés être i. i. d, avec troncation à zéro, selon $N(m_t^i, \sigma_u^2)$

3.3 Prédiction d'efficacité

L'estimation de la fonction de production prédit les efficacités pour chaque port ou terminal, la mesure est introduite comme suit :

$$Eff_i = E(Y_i | U_i, X_i) / E(Y_i | U_i=0, X_i)$$

Fonction	Logarithmique	Efficacité
Production	Oui	Exp (- μ_i)
Coût	Oui	Exp (μ_i)
Production	Non	$(x_i\beta - \mu_i)/(x_i\beta)$
Coût	Non	$(x_i\beta - \mu_i)/(x_i\beta)$

3.4 Spécification des variables

La spécification des variables est une étape cruciale dans toute étude économétrique parce que le choix des variables décide de la précision de l'analyse et de l'estimation. Dans ce travail, nous comptons développer une évaluation de la performance des ports/terminaux à conteneurs à partir de leurs fonctions basiques c'est-à-dire celles de la manutention des conteneurs donc chargement/déchargement des conteneurs à partir des navires au quai/zone de stockage. Nous choisissons comme facteur output, le trafic en evp (équivalent vingt pieds), il s'agit d'une mesure des conteneurs qui comprenne la dimension 20 ou 40 pieds. Pour les variables inputs, nous optons pour les variables d'infrastructure et d'équipement : le linéaire de quai, la profondeur, la surface de stockage et le nombre de grues caractérisent notre évaluation de la performance du port, pour les terminaux, nous relâchons le facteur profondeur.

Nous intégrons dans notre estimation le facteur exogène afin de mesurer son impact la performance, nous comptons choisir le commerce de la chine, car nous trouvons qu'il s'agit d'un propulseur de la demande de transport particulièrement pour la région de la Méditerranée.

Pour les terminaux nous analyserons (mais sans estimation) le facteur exogène à partir des résultats de la prédiction DEA, nous trouvons du type de conteneur un facteur déterminant de la performance des terminaux. Le terminal peut être global ou local selon sa couverture, si le terminal opère au trafic de transbordement, sa couverture est plus large et concerne souvent

un long trajet dans la mer, si le terminal est configuré afin de répondre à une demande interne donc sa couverture est restreinte à l'arrière-pays, il est dit *gateway* et le type des navires sont dits *feeders* ne couvrant qu'une zone géographiquement limitée, sa fréquentation au port est généralement plus grande.

Nous avons discuté la méthodologie SFA, le modèle est déterministe si l'erreur est due à des inefficacités techniques des unités de production, sinon, le modèle est stochastique, l'erreur est due également à des facteurs qui ne sont pas sous le contrôle du management. Nous avons défini le modèle de Battese et de Coelli de 1992 et 1995, le premier est original, il n'intègre pas le facteur exogène, le modèle de B et C 1995 régresse sur des données externes, le facteur exogène est pris en compte, enfin nous avons spécifié les variables dans notre cas d'étude; dans ce qui suit, nous essayerons de présenter l'approche concurrente la DEA.

B. DEA méthode de mesure de performance

La DEA est une méthode d'optimisation mathématique de recherche opérationnelle et de programmation linéaire. Le point fort de cet outil réside dans le fait qu'il est à la portée des responsables d'entreprise, académiques et universitaires qui ne sont pas forcément habitués à l'utilisation de la mathématique qui est réduite au minimum, par conséquent, la méthode est fortement orientée vers la pratique et l'empirique. La Méthode DEA est un outil d'aide à la décision. Certains logiciels sont dédiés à l'application de la méthode DEA dont certains sont payés d'autres sont gratuits : le logiciel *windeap* (version 2.0 et 4.1) sont très recommandés, le solveur d'Excel permet de faire aussi cette modélisation de la méthode. La méthode DEA est une technique de *benchmarking*.

La méthode DEA permet d'identifier les rendements d'échelle constants, décroissants et croissants. Deux modèles sont à la base de la méthode DEA, le modèle sous hypothèse de rendements d'échelle constants (Charnes, Cooper et Rhodes 1978) abrégé en modèle CCR et connu également par CRS comme son nom l'indique *Constant Return to Scale* et le modèle sous hypothèse de rendements variables de Banker et al, 1984 ou modèle BCC du nom de ses auteurs et connu aussi par modèle VRS de l'appellation *Variable Return to Scale*. La méthode est basée sur les travaux des précurseurs Dantzig (1951) et Farrell (1957)¹⁰³.

¹⁰³ Zhu et Cook 2008, Cooper et al, 2007, Coelli et al, 2005 présente un cadre méthodologique de la méthode DEA

Deux orientations sont essentielles dans la méthode DEA, l'orientation input et l'orientation output, selon le domaine d'activité et objectif du chercheur, on peut choisir l'orientation. Le modèle d'origine de Farell est orienté inputs. La méthode DEA fait la conception d'une enveloppe représentant la frontière efficace confectionnée à partir des DMU (*Decision Making Units*) parfaitement efficaces, cette frontière est calculée par l'utilisation des inputs et outputs (outputs pondérés par inputs pondérés). La Méthode DEA est une approche non paramétrique n'exigeant aucune spécification de la forme fonctionnelle.

1. Modèle sous hypothèse de rendements d'échelle constants (CCR)

Le modèle sous hypothèse de rendement constant suppose que les DMU opèrent à des échelles optimales (taille optimale), c'est une hypothèse ambitieuse, dans la pratique, rares sont les DMU qui opèrent à des échelles optimales. L'efficacité correspond à (suivant la notation de John 2004) :

$$TE_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$$

Où :

TE_k : L'efficacité technique du DMU k utilisant "m" inputs pour la production de "s" output

y_{rk} : quantité d'output "r" produit par terminal k

x_{rk} : quantité d'input "i" consommé par terminal k

u_r : symbolise le poids de l'output "r"

v_i : symbolise le poids de l'input i

s : est le nombre d'outputs

m : est le nombre d'inputs

L'efficacité technique atteint son maximum en respectant deux contraintes principales : 1) les poids appliqués aux inputs et outputs de l'organisation (terminal) k ne peuvent dépasser 100% lorsqu'ils sont appliqués à chaque organisation de l'échantillon 2) les poids inputs et outputs sont strictement positifs, le programme pour chaque organisation se présente ainsi :

Maximiser

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$$

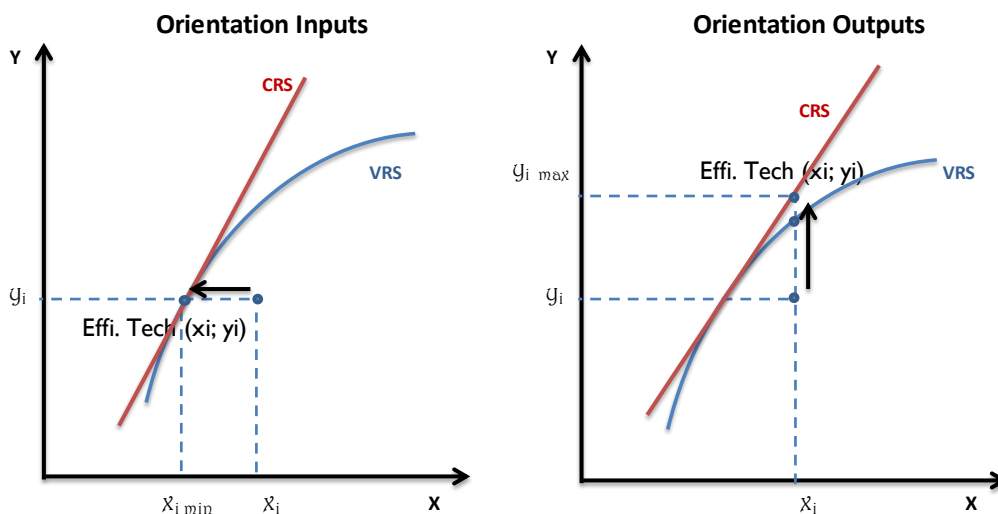
Sous contraintes :

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j=1, \dots, n$$

$$u_r, v_i > 0 \quad r=1, \dots, s ; i=1, \dots, m$$

Ce problème de programmation linéaire peut être résolu selon les deux orientations, dans le modèle orienté output, on maintient les inputs constants et on maximise la somme pondérée des outputs. Dans le modèle orienté inputs, contrairement au premier modèle, on minimise la somme pondérée des inputs tout en maintenant constant les outputs (figure suivante) :

Figure 26 : Mesure de l'ET selon le modèle orienté-Inputs et modèle orientés-Outputs



L'orientation du modèle doit être choisie selon les variables (Inputs ou Outputs) sur lesquelles les décideurs peuvent avoir une plus grande marge de manœuvre, ou exercent le plus grand pouvoir de gestion. Quand les décideurs sont limités par un certain niveau de production ou de prestation (quotas ou commandes préalables) alors qu'ils peuvent jouer sur le facteur des ressources pour assurer une plus grande efficacité, l'orientation input paraîtra plus approprié, dans le cas contraire, si les décideurs ne disposent pas d'une marge de manœuvre quant aux ressources déployées quand l'investissement paraît très coûteux et n'est pas rentable ou l'unité de production ne trouvent pas opportun de prendre une telle décision, et que la maximisation

de la prestation doit être envisagé, l'orientation outputs du modèle est par conséquent plus adéquate, si aucune contrainte ne s'impose, l'orientation input ou output semble kifkif.

Le modèle CCR ou CRS calcule des scores d'efficacité pour chaque DMU appelé CRSTE (*Constant Return to Scale Efficiency*), le set de production serait limité par une frontière (droite rouge dans la figure 27), les DMU situées sur cette frontière sont les plus efficaces c'est-à-dire qui obtiennent un score d'ET de 100% sachant que nulle DMU ne peut dépasser la frontière. La frontière CCR suppose une efficacité globale c'est-à-dire quand la DMU est techniquement efficace en plus qu'elle opère à une échelle optimale.

2. Modèle sous hypothèse de rendements d'échelle variables (BCC)

Le modèle BCC sous hypothétiques de rendements d'échelle variables calcule un score d'ET appelé VRSTE (*Variable Return to Scale Technical Efficiency*), le set de production serait limité par la frontière sauf que dans ce cas la frontière aura comme particularité de conjuguer les DMUs les plus efficaces pour former une enveloppe (et non un seul trait qui part de l'origine et collecte les DMUs les plus efficaces comme dans le cas du modèle CCR). L'enveloppe épouse la forme du nuage des points et embrasse toutes les observations. Comme dans le modèle CCR, le modèle BCC établit une frontière dont les DMUs ne peuvent obtenir un score dépassant les 100%, c'est-à-dire se situer au-delà de la frontière. La comparaison entre les deux modèles permet d'identifier les sources d'inefficacité. La méthode DEA calcule des scores relatifs et non absolus, le score représente un score de productivité de la DMU "Outputs pondérés sur Inputs pondérés", la DMU qui ne se situe pas sur la frontière peut toujours améliorer sa productivité, son image serait un point de projection localisé sur la frontière selon l'orientation du modèle (voir figure 27 enveloppe bleue), la méthode fournie par comparaison aux pairs ou *benchmarks* des meilleures pratiques en référence aux facteurs et variables analysés.

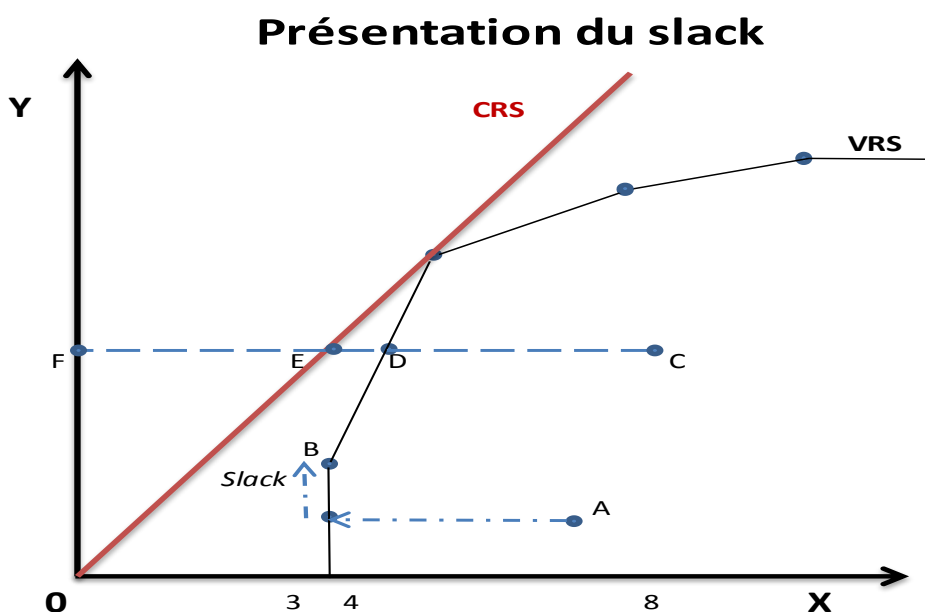
L'écart entre la frontière CCR (CRS) et BCC (VRS) explique une déficience de taille, les DMUs localisées sur la VRS sont techniquement efficaces (mesure d'efficacité technique pure), mais n'opèrent pas à une taille optimale, les DMUs localisées sur la frontière CRS sont économiquement efficaces (mesure d'efficacité totale) c'est-à-dire techniquement efficaces et opèrent à une échelle optimale. Les DMUs qui ne sont situées ni sur l'une ni sur l'autre

frontière doivent déployer des efforts tant au niveau de l'efficacité technique pure (VRS) qu'au niveau de la taille.

Slacks

Parfois une DMU par exemple A peut se déplacer à la frontière efficace (pure) selon une orientation input, mais qui trouve à côté une DMU par exemple B qui présente une meilleure efficacité, c'est-à-dire produite plus avec une même quantité minimisée de ressources, dans ce cas le premier déplacement correspond à une ET sans slack, pourtant elle doit faire un autre mouvement dans la même frontière pour atteindre le niveau d'ET c'est-à-dire qui permet de produire plus, dans ce cas la méthode DEA prend en considération le *slack*.

Figure 27 : Présentation du *Slack* et scores d'efficacité



Le calcul des scores d'efficacité se présente ainsi (exemple modèle orienté-input de figure 27):

Efficacité totale	Efficacité CRS (Efficacité)	Efficacité technique pure (Efficacité)	Efficacité d'échelle (Scale efficiency)
$\frac{EF}{CF} = \frac{3}{8} = 37.5 \%$	$\frac{DF}{CF} = \frac{4}{8} = 50 \%$	$\frac{EF}{DF} = \frac{3}{4} = 75 \%$	

L'efficacité technique globale peut être obtenue à partir de l'efficacité technique pure (VRS) et l'efficacité à l'échelle (SE), par la formule suivante :

$$EE \text{ (globale)} = ET \text{ (pure)} \times SE.$$

Pour une revue méthodologique complète, on peut se référer à l'article de Coelli et Battese sur la méthode DEA. Le développement mathématique de la méthode DEA est mis en annexe.

3. Facteur Total de Productivité (indice de Malmquist)

La méthode DEA est étendue aux lorsque des séries temporelles sont présentent, l'utilisation du *windows analysis* ou indice de Malmquist permet de faire ces analyses. Dans notre recherche et afin d'identifier les rendements à l'échelle pour le cas des ports, nous comptons exploiter l'indice de Malmquist. Ce dernier fut développé à l'origine par Malmquist en 1953, l'indice mesure le changement de productivité dans le temps. L'indice de Malmquist permet une décomposition simple de l'évolution de la productivité entre évolution de l'efficacité technique et changement technologique. Enfin, il est à noter que l'indice de Malmquist présente certains avantages :

- Il est calculé à partir de données sur les informations en quantités uniquement, c'est un avantage non négligeable lorsque les informations sur les prix ne sont pas disponibles ou lorsque ces informations de prix sont biaisées.
- Il est utilisé lorsque des données de panel sont disponibles.
- Il se base sur des comportements de firmes

Dans cette section, nous avons étalé la méthodologie adoptée pour l'estimation de la frontière de production pour les ports et terminaux à conteneurs. Dans la section suivante nous chercherons à évaluer la performance économique des ports de la Méditerranée, ainsi la performance du port Tanger Med peut être comparée aux autres ports.

de superficie et de configuration des ports. De ce qui précède, il paraît bien que notre analyse inclut une variété de ports au sein du bassin méditerranéen ce qui enrichit la discussion.

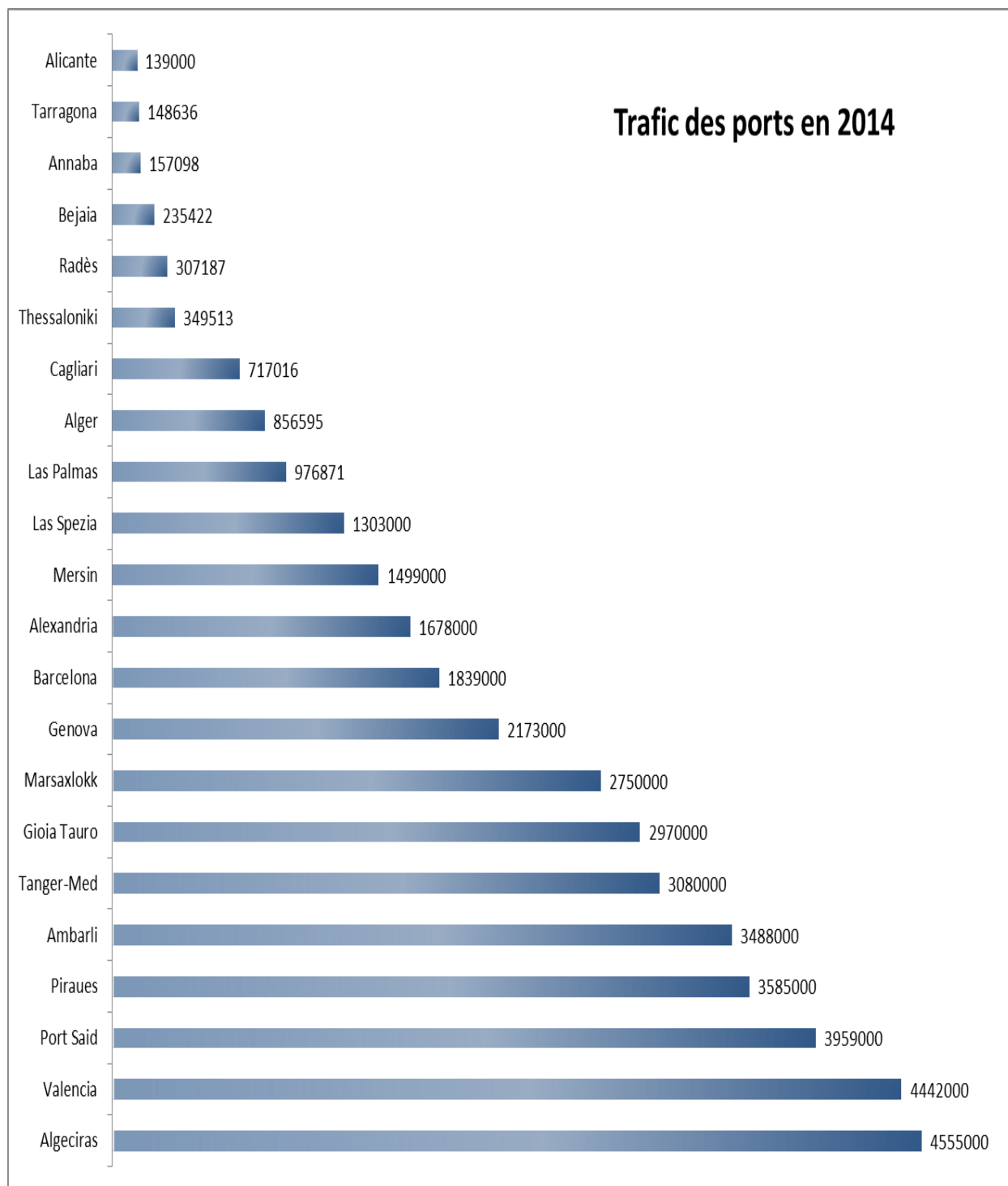
Tableau 20 : Trafic evp des ports de la Méditerranée

Unité	Pays	Port	Evp
1	Maroc	Tanger-Med	3080000
2	Espagne	Algésiras	4555000
3	Espagne	Valencia	4442000
4	Espagne	Tarragona	148636
5	Espagne	Las Palmas	976871
6	Espagne	Alicante	139000
7	Espagne	Barcelona	1839000
8	Algérie	Alger	856595
9	Algérie	Annaba	157098
10	Algérie	Bejaia	235422
11	Tunisie	Radès	307187
12	Égypte	Alexandrie	1678000
13	Égypte	Port Said	3959000
14	Turquie	Mersin	1499000
15	Turquie	Ambarli	3488000
16	Italie	Genova	2173000
17	Italie	Las Spezia	1303000
18	Italie	Cagliari	717016
19	Italie	Gioia Tauro	2970000
20	Grèce	Piraeus	3585000
21	Grèce	Thessaloniki	349513
22	Malte	Marsaxlokk	2750000

Source : Containerisation International Yearbook 2005-2012/ Donnée UNCTAD 2012-2014.

Nous classons les ports impliqués dans cette étude en fonction de trafic du plus faible au plus élevé (voir figure 29) :

Figure 29 : Trafic des ports à l'étude en 2014



Source : Containerisation International Yearbook 2005-2012, Donnée UNCTAD 2012-2014

Les inputs choisis donnent une idée sur les différentes configurations et installations portuaires. Parmi les 5 variables, le linéaire de quai en mètre (*berth length*), la zone de stockage en hectare (*storage area*) et la profondeur en mètre (*draught*) s'inscrivent dans le cadre des infrastructures portuaires, tandis que la capacité de stockage en evp (*storage*

capacity) et le nombre de portiques (*quay cranes*) s'inscrivent dans le cadre des équipements et matériels. Les infrastructures et équipements sont similaires dans toutes les catégories des ports, quelle que soit la taille de port donné.

Il est à noter que certains ports de l'étude ne disposent pas d'un portique dernière génération (*post ou super post Panamax*), mais seulement d'un portique mobil, pour ces ports, nous avons considéré qu'un portique mobil ne représente que 10% d'un portique dernière génération¹⁰⁴.

Dans les chapitres 2 et 3, nous avons discuté de la spécification des variables, ainsi, à ce stade, nous avons spécifié 5 variables inputs c'est-à-dire endogènes au processus de production dont découlent l'(in)efficacité technique et une variable exogène au processus de production, il s'agit des flux commerciaux d'exportation et d'importation de la chine en dollars. La raison pour laquelle nous avons opté pour le choix de cette variable réside dans le rôle prépondérant que joue la chine en tant que propulseur du commerce et transport international ainsi que pour le nombre si élevé de connexions des ports chinois avec les autres ports principalement de la Méditerranée (route Est-Ouest). Quant à l'output, généralement pour le secteur portuaire, le nombre *throughput* annuel en *équivalent vingt pieds* est la mesure principale de la production portuaire.

Dans le domaine portuaire des conteneurs, d'un côté, bien qu'il s'agisse d'une prestation de service, l'output se rapproche d'un produit puisqu'il est souvent exprimé en unité identifiable et mesurable en *équivalent vingt pieds*, c'est le nombre de conteneurs en termes de 20 et 40 pieds, c'est le réalisable du port/terminal suite à un processus complexe de production, de l'autre côté, les inputs sont caractérisés par une infrastructure et des équipements appropriés, ce mix d'input détermine la taille de l'industrie en question. Ces deux raisons, d'ailleurs, font parler du secteur portuaire en tant qu'industrie plutôt que service.

Quant aux inputs (infrastructures et équipements) des différents ports, nous avons construit notre base de données à partir des différents rapports et notes de synthèse des autorités

¹⁰⁴ Le programme n'accepte pas des valeurs nulles, certains chercheurs remplacent par le chiffre 1, certains d'autres trouvent que l'unité de mesure diffère d'un échantillon à l'autre, la valeur 1 pour être considérable! Les propres auteurs du programme ont trouvé la solution pour les valeurs "*dummy*". Nous de notre part, nous avons solutionné la problématique moyennant l'affectation d'un ratio. Ce dernier a été considéré en se basant sur la productivité du portique et sa puissance qui est beaucoup supérieur d'un portique poste *panamax* que des grues mobiles. Il est à noter que dans notre travail, nous avons compté seul les portiques de dernière génération, sauf pour les ports qui n'en disposent pas, nous avons considéré moyennant ledit ratio.

portuaires, statistiques des gouvernements et institutions internationales, des rapports des sociétés et agences de consulting, ainsi que des recherches et travaux privés. Pour certaines données manquantes, nous avons pris contact avec le service des statistiques du port donné. La disponibilité de ces informations nécessite une utilisation prudente et une compréhension étendue des processus des ports afin d'éviter d'entacher l'interprétation et l'analyse par des erreurs et des fausses conclusions. Par ailleurs, la diffusion de ces informations et données est d'une importance capitale pour les politiques et le management public et privé.

Quant à la variable exogène, les données de volume de la chine sont issues des données disponibles sur le site officiel de l'Organisation Mondiale du Commerce.

Quant à l'output, les données proviennent de *Containerisation International Yearbook* pour la période 2006 à 2012 et donnée de la CNUCED pour 2012 à 2014.

Ces données sont retenues des sources fiables et reconnues. Nous mettons ci-dessous un tableau récapitulatif de la spécification des variables de l'étude :

Tableau 21 : Spécification des variables pour les ports

<i>Output</i>	<i>y</i>	<i>Throughput teus</i>
<i>Input</i>	<i>x1</i>	<i>Berth Lenght</i>
	<i>x2</i>	<i>Port area</i>
	<i>x3</i>	<i>Draft</i>
	<i>x4</i>	<i>Storage cap</i>
	<i>x5</i>	<i>Quay crane nbr</i>
<i>Exogenous factor</i>	<i>z</i>	<i>China's trade (exp/imp volume)</i>

Dans le tableau 21, l'Output est représenté par la variable dépendante y. 5 variables inputs (x1, x2, x3, x4 et x5) sont considérées comme des variables indépendantes. Enfin la variable exogène représentée par le volume des exportations et importations de la Chine dont le but est de mesurer les effets de la variable exogène sur notre modèle de performance économique des ports échantillonnés.

Nous illustrons dans la figure suivante les informations et données des variables Inputs comme ressources du port en infrastructures et équipements (illustration satellite) :

Figure 30 : Représentation des données Inputs

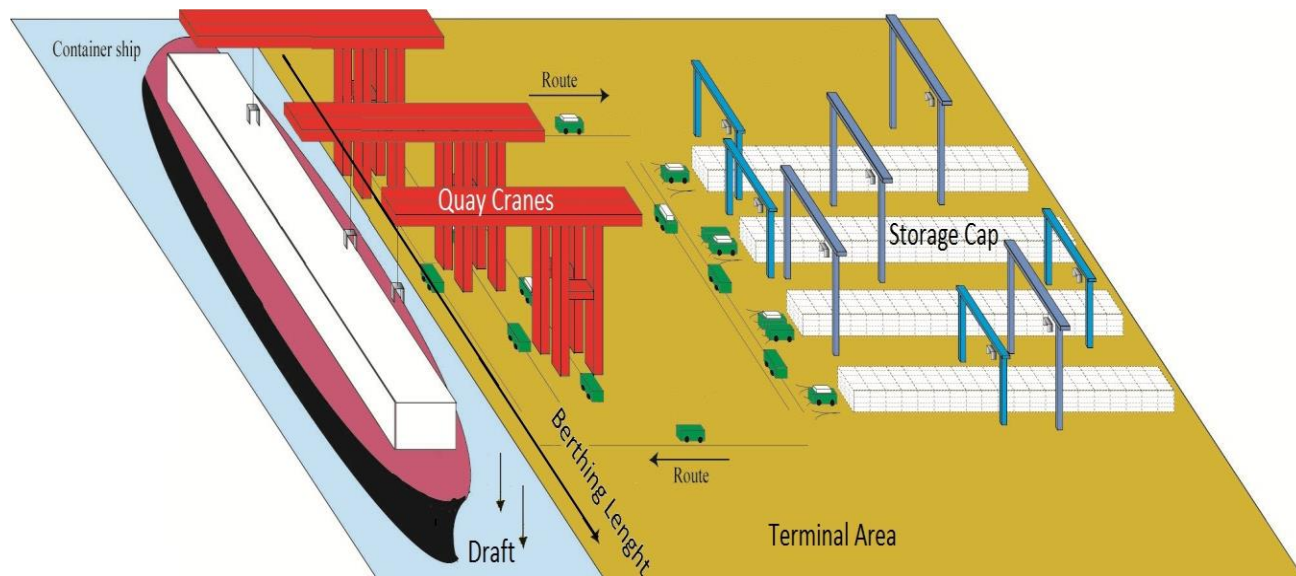


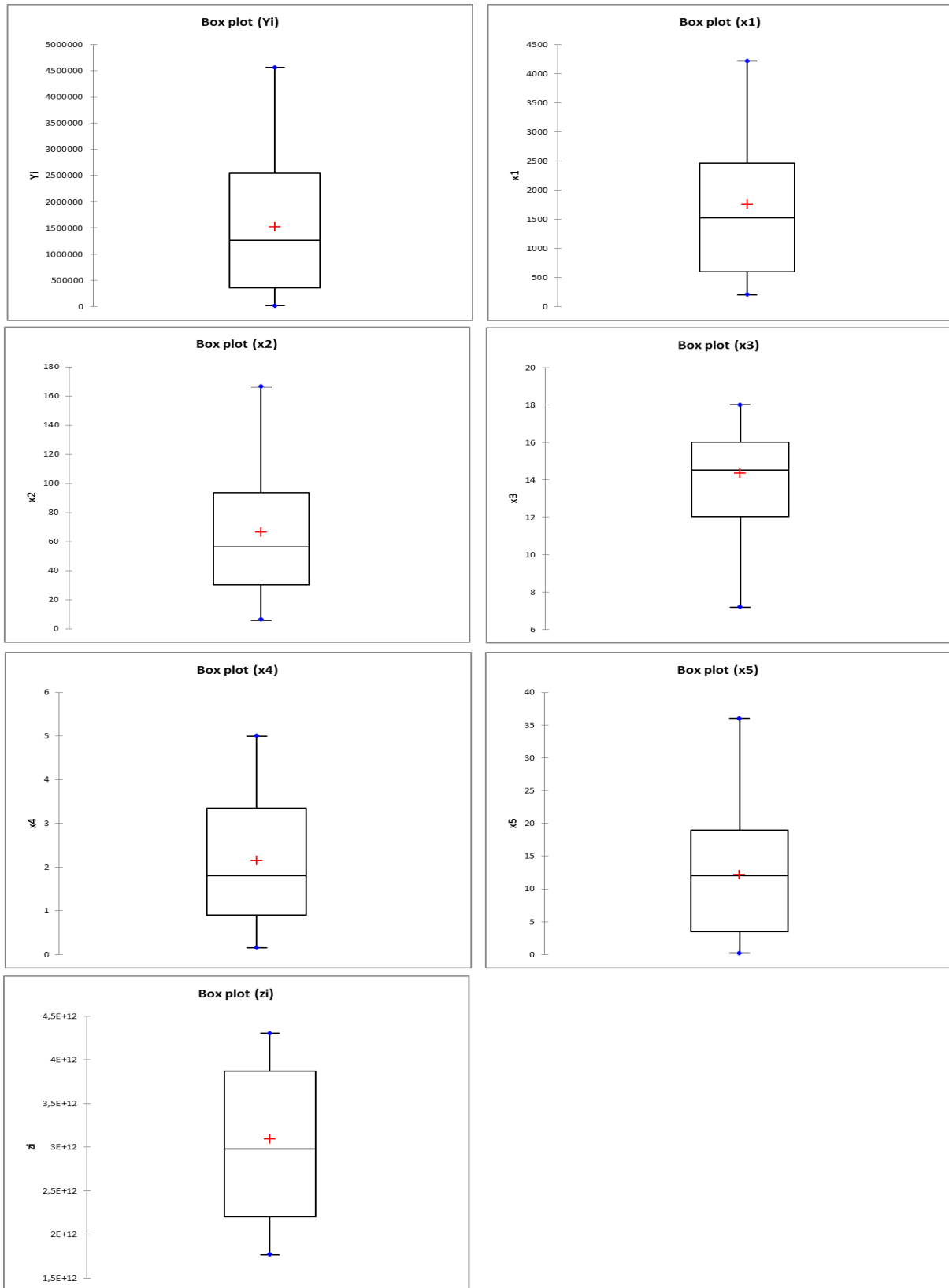
Tableau 22 : Statistiques descriptives au niveau des ports

Statistiques descriptives (Données quantitatives) :

Statistique	Yi	x1	x2	x3	x4	x5	zi
	Throughput	B. Length	Port. Area	Draft	Stor. Cap	QC Num	China's Trade
Nb. d'observations	196	196	196	196	196	196	196
Minimum	12202,00	200,00	6,00	7,20	0,15	0,200	1768066000000,000
Maximum	4555000,00	4214,00	166,00	18,00	5,00	36,000	4301838000000,000
Amplitude	4542798,00	4014,00	160,00	10,80	4,85	35,800	2533772000000,000
Moyenne	1512759,872	1751,173	66,309	14,329	2,141	12,113	3092515295918,370
Écart-type (n-1)	1262575,497	1115,964	48,748	2,839	1,477	9,852	890991659295,713
Coef. variation	0,832	0,636	0,733	0,198	0,688	0,811	0,287
Asymétrie (Fisher)	0,689	0,536	0,656	-0,853	0,292	0,642	-0,013

Nous observons dans le tableau 22 que le paramètre d'asymétrie de Fisher est positif pour toutes les variables excepté pour la profondeur de quai (x_3). Pour cette dernière, la distribution est étalée à gauche, les autres variables ont une distribution étalée à droite. Les boîtes à moustaches (ou diagrammes de Tuckey) ci-dessous permettent aisément de se rendre compte du caractère de la symétrie. Ainsi, pour la profondeur, l'asymétrie à gauche (-0,853) signifie que les grandes valeurs observées sont plus fréquentes que les petites valeurs. Pour les autres variables, les petites valeurs l'emportent sur les grandes. L'étalement à droite est moins fort pour la variable (x_4), l'asymétrie (0,292) se rapproche de la valeur zéro, la distribution est approximativement proche de la symétrie.

Figure 31 : Boîtes à moustaches des variables au niveau des ports de l'étude



L'examen de la corrélation nous est à ce stade de grande utilité, cela va nous permettre à l'aide des coefficients de mesurer et de reconnaître le type de la relation qui existe entre les caractères quantitatifs (y_i , x_i , z_i) de notre recherche.

Tableau 23 : Matrice de proximité (Coefficient de corrélation de Pearson)

	Yi	x1	x2	x3	x4	x5	zi
Yi	1						
x1	0,848	1					
x2	0,811	0,841	1				
x3	0,650	0,697	0,655	1			
x4	0,888	0,872	0,823	0,681	1		
x5	0,896	0,856	0,809	0,674	0,891	1	
zi	0,173	0,131	0,129	0,161	0,145	0,148	1

Le tableau 23 comprend les coefficients de corrélation entre les différents caractères.

Nous observons une forte corrélation positive entre les variables indépendantes x_i et la variable dépendante y_i , la variable profondeur (x_3) a la moins forte corrélation (0,65) parmi d'autres variables avec le *throughput* (output), nous pouvons conjuguer cela avec le paramètre d'asymétrie de Fisher, c'est-à-dire que la plupart des ports de notre échantillon ont une profondeur importante de quai (les grandes valeurs sont plus nombreuses que les valeurs faibles), leur variation affecte l'output, mais pas autant que les autres variables.

La corrélation est plus forte pour le nombre de grues, la capacité de stockage, le linéaire de quai et la superficie du port respectivement. La profondeur demeure avoir le coefficient de corrélation le moins fort également entre variables indépendantes. La corrélation la plus forte, entre les variables indépendantes entre-elles, c'est celle qui relie la variable nombre de portiques (x_5) avec la variable capacité de stockage (x_4), avec un coefficient de 0,891.

Le nombre de portiques est fortement corrélé également au linéaire de quai, il était alors intéressant de lire la relation entre linéaire de quai et capacité de stockage ! Le coefficient est le second plus fort taux reliant les variables indépendantes entre elles (0,872), ce qui est très logique. Nous allons voir dans le quatrième chapitre que la productivité de portique est très importante pour la capacité d'un port à conteneurs.

En revanche, quant à la variable z_i , il demeure surprenant qu'elle soit faiblement corrélée à la variable dépendante y_i (0,173), nous avons espéré une relation forte du volume du commerce de la Chine vis-à-vis du volume de débit evp des ports ou *throughput*, c'est la demande pour le secteur portuaire.

Tester la normalité d'une série de données est commun en statistique, nous supposons que la série de données de notre échantillon suit une loi normale, pour se faire, il existe plusieurs

méthodes dont tests de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefort et Jarque-Bera. Chaque test possède ses propres particularités. Nous proposons le test de Shapiro-Wilk, ce test s'adapte quand l'échantillon ne dépasse pas 5000 observations. Le diagramme Probabilité-Probabilité (P-P Plot en anglais) permet de vérifier visuellement la comparaison entre les fonctions de répartition de l'échantillon et ceux d'un échantillon théorique de même moyenne et même variance. Si l'échantillon suit une loi normale, les nuages de points doivent être confondus avec la bissectrice normale. Le résultat de notre test est affiché dans le tableau 24 de synthèse, les variables de notre recherche ne suivent pas une loi normale. À ce stade, nous pensons qu'il n'est pas aussi nécessaire de vérifier la loi que suit l'échantillon.

Tableau 24 : Synthèse du test Shapiro-Wilk (test de Normalité)

Synthèse :

Variable\Test	Shapiro-Wilk
(Yi)	< 0,0001
(x1)	< 0,0001
(x2)	< 0,0001
(x3)	< 0,0001
(x4)	< 0,0001
(x5)	< 0,0001
(zi)	< 0,0001

Interprétation du test :

H_0 : La variable dont provient l'échantillon suit une loi normale.

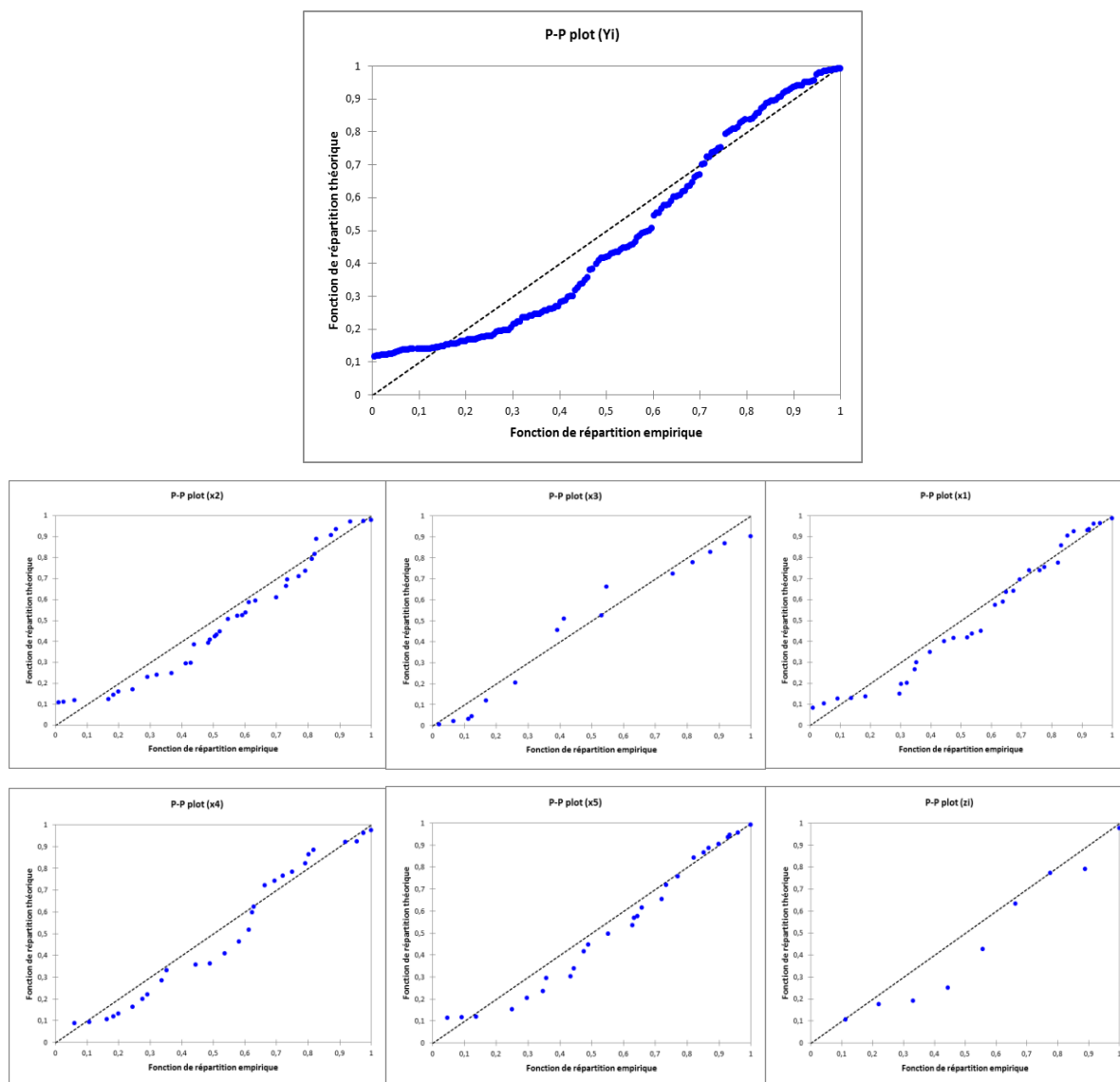
H_a : La variable dont provient l'échantillon ne suit pas une loi normale.

Étant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a .

Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,01%

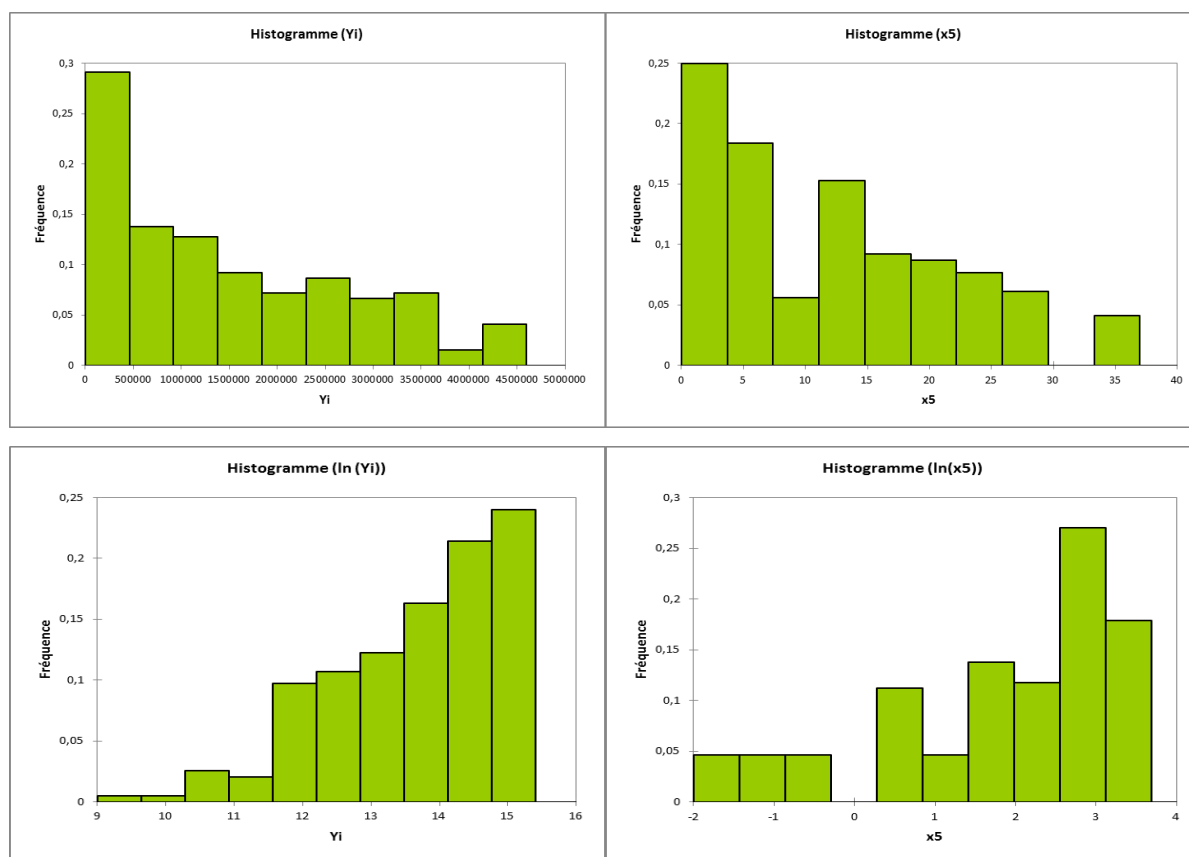
Figure 32 : Diagrammes P-P des variables de l'étude

P-P plots :



Il nous est important de vérifier si, mettre les valeurs en logarithme paraît plus significatif. Nous présentons ci-dessous les histogrammes pour la variable dépendante y_i ainsi que pour la variable indépendante qui présente le coefficient de corrélation le plus fort. L'axe horizontal des abscisses est constitué des valeurs séparées en intervalles, l'axe vertical des ordonnées représente la fréquence. Nous observons de la figure 33 que la présentation des histogrammes en valeur d'origine est concentrée à gauche, les bâtons vont en descendant vers la droite, tandis que pour les valeurs en logarithme, la distribution est plus uniforme pour notre série des observations. Dans notre recherche, les formes translogarithmiques et Cobb-Douglas adoptent souvent les valeurs en logarithme.

Figure 33 : Histogrammes des variables sélectionnées



Ces statistiques ont été mises en œuvre par le logiciel XLSTAT.

B. Définition des modèles *Stochastic Frontier Analysis*

Après avoir décrit les données de l'échantillon, nous allons définir et spécifier nos modèles. Nous précisons tout d'abord que dans le présent chapitre, nous avons opté pour les données de panel, qui permettent d'analyser la performance économique (productivité et efficacité technique) en fonction de plusieurs années (trend), dans le chapitre suivant, nous opterons pour les données coupe transversale qui comparent l'échantillon par rapport à une seule et même période.

Nous avons précisé dans la partie théorique et méthodologique que nos modèles adhèrent à la méthode économétrique de la frontière stochastique : SFA. Le choix du modèle est souvent tributaire de la connaissance qu'on a sur la technologie utilisée dans le domaine, toutefois, le choix reste majoritairement arbitraire, plusieurs chercheurs ont tenté l'un ou l'autre modèle : économétrique (SFA) ou de programmation linéaire (DEA).

La méthode SFA semble, à nos yeux, préférable à l'approche concurrente DEA lorsque nous disposons d'une idée assez nette sur le secteur d'activité et sur sa technologie sous-jacente,

comme dans notre cas des ports/terminaux à conteneurs, la clairvoyance dont nous disposons sur la technologie utilisée dans les ports justifie notre choix de la SFA.

Dans le cadre de la SFA, nous cherchons à attribuer une forme à la fonction de production c'est-à-dire une expression analytique reliant un maximum d'output réalisable par un minimum d'input. Cette fonction, représentant une allocation physique optimale des ressources des unités économiques, définit une frontière caractérisant l'ensemble des productions réalisables du secteur d'activité et le problème à résoudre consiste à estimer un nombre fini de paramètres à partir de l'échantillon des unités de production données.

En effet, sur la base de la spécification des variables, de la forme de la fonction adoptée et des hypothèses mathématiques, nous avons défini 8 modèles que nous présentons dans le tableau suivant :

Tableau 25 : Modèles pour l'analyse de la performance des ports échantillonnés

Model specification Factor parameters	Cobb-Douglas		Translog	
	Endogenous effect model	Exogenous effect model	Endogenous effect model	Exogenous effect model
	Truncated Normal B - C 1992	Truncated Normal B - C 1995	Truncated Normal B - C 1992	Truncated Normal B - C 1995
Basic model	1.1		2.1	
Basic model and trend	1.2		2.3	
Basic model, trend and trade volume	1.3	1.4	2.5	2.6

Le tableau 25 illustre les différents modèles et leurs hypothèses mathématiques, la première ligne représente le modèle basique c'est-à-dire en fonction des 5 facteurs Inputs, la deuxième ligne comprend le modèle basique plus le trend qui est la variable de l'évolution c'est-à-dire en fonction des périodes (1,2,...,9), la troisième et la dernière représente le modèle basique, le trend en plus de la variable exogène : le volume du commerce de la Chine. Les valeurs sont exprimées en logarithme. Les colonnes représentent les hypothèses mathématiques, en premier lieu la forme de la fonction Cobb-Douglas et translogarithmique utilisées dans la partie déterministe, en deuxième lieu le modèle à effets *endogènes* ou à effets *exogènes*, selon que la variable exogène est comprise dans la partie déterministe ou la partie stochastique et finalement l'hypothèse de distribution pour les variables aléatoires u et v , nous optons pour des raisons techniques (spécifique aux modèles) pour l'hypothèse tronquée normale.

Deux modèles sont concurrents dans cette thèse à la mesure de l'impact de la variable exogène sur la performance économique des ports/terminaux que nous appliquerons sur la

famille de données de Panel, le modèle à effets *endogènes* exprime qu'une partie de l'inefficacité technique des ports est due à des variables contrôlables par le management portuaire, donc l'inefficacité technique découle d'une mauvaise prise de décision d'investissement entre autres et le modèle à effets *exogènes* imputant l'inefficacité technique aux aléas et conjonctures économiques telles que des conditions environnementales ou météorologiques défavorables des unités de production, qui ne sont pas contrôlables par le management du port, nécessitant, dès lors, une régulation économique. Nous présentons ci-dessous les modèles mathématiques, nous mettons l'exemple de deux modèles, un pour la *Cobb-Douglas*, l'autre pour la *Trans-logarithmique*, le reste des modèles sera présenté en appendice.

Modèle 1.1 :

Ce modèle se réfère au modèle de Battese et Coelli de 1992 qui propose une frontière stochastique de la fonction de production pour des données de Panel (Panel déséquilibré¹⁰⁵), le modèle 1.1 est spécifié avec la fonction Cobb-Douglas et l'hypothèse de distribution tronquée normale pour les termes aléatoires, l'équation à estimer est la suivante:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_{n=1}^5 \beta_n \ln x_{nt}^i + v_t^i - u_t^i$$

$$u_{it} = u_i + e^{(-\eta(t-9))}$$

Où :

y_{it}	(le logarithme de) la production pour le (i) nième firme pour T périodes
x_{nt}^i	k x 1 vecteur de (transformation de) quantité d'inputs pour (i)nième firmes pour T périodes $i= 1, 2, \dots, 22$; $n = 1, 2, \dots, 5$; et $T=1, 2, \dots, 9$
β_0, β_n	les paramètres inconnus et à estimer
v_t^i	symbolise le bruit aléatoire symétrique et supposé être i. i. d, selon $N(0, \sigma_v^2)$
u_t^i	variables aléatoires non négatives, les u_i sont asymétriques (≥ 0) et supposés être i. i. d, avec troncation à zéro, selon $N(m_t^i, \sigma_u^2)$
η	paramètre Eta et à estimer, si $\eta = 0$ le modèle est temps invariant sinon temps variant

¹⁰⁵ Panel déséquilibré consiste à ne pas avoir des données complètes (*unbalanced panel data*)

Modèle 2.6 :

Ce modèle se réfère à la spécification de Battese et Coelli 1995, le modèle estime la frontière stochastique de production et prédit les efficacités des firmes, ensuite le modèle régresse les efficacités des firmes sur des variables spécifiques (exogènes), dans une tentative d'identifier les raisons derrière le décalage des efficacités entre firmes de l'industrie donnée. Le modèle applique la procédure d'estimation en deux phases (*two-stage estimation procedure*).

La spécification avec fonction translogarithmique s'exprime ainsi :

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_{n=1}^5 \beta_n \ln x_{nt}^i + \sum_{n=1}^5 \beta_n (\ln x_{nt}^i)^2 + \sum_{n=1}^5 \sum_{m=1}^5 \beta_{nm} \ln x_{nt}^i \ln x_{mt}^i + \beta_t T + v_t^i - u_t^i$$

$$m_t^i = \delta_0 + z_t^i \delta_1 \quad u_t^i \sim N(m_t^i, \sigma_u^2)$$

Où :

y_{it} (le logarithme de) la production pour le (i) nième firme pour T périodes

x_{nt}^i et x_{mt}^i $k \times 1$ vecteur de (transformation de) quantité d'inputs pour (i)nième firmes pour T périodes n et $m = 1, 2, \dots, 5$, et $T=1, 2, \dots, 9$

$\beta_0, \beta_n, \beta_{nm}, \delta_0, \delta_1$ les paramètres inconnus et à estimer

z_t^i $p \times 1$ vecteur de variables exogènes: dans ce cas volume du commerce de la Chine

v_t^i symbolise le bruit aléatoire symétrique et supposé être i. i. d, selon $N(0, \sigma_v^2)$

u_t^i variables aléatoires non négatives, les u_i sont asymétriques (≥ 0) et supposés être i. i. d, avec troncation à zéro, selon $N(m_t^i, \sigma_u^2)$

C. Résultats et analyse du benchmark

Nous cherchons à comprendre les déterminants de la performance économique d'un port à conteneurs, pour ceci nous avons appliqué le modèle SFA dans une tentative d'élaborer un cadre référentiel, et de comparer chaque unité de production par rapport à la frontière de production ainsi tracée (le référentiel des meilleures pratiques du marché).

En rapport avec les prédictions de la théorie, l'hypothèse suivante est peut-être émise :

H_0 : l'inefficacité des ports est due à des facteurs internes plutôt qu'externes ou exogènes, en d'autres termes, la différence entre les performances des ports est due aux différences dans les ressources de chaque unité, la performance dans ce cadre est liée à des facteurs contrôlables par le management.

Sur le plan théorique, l'apport de la théorie du management par les ressources soutient l'hypothèse suivante : *"le développement de la firme ne dépend pas seulement de son positionnement externe et du jeu des forces auquel elle est soumise, mais qu'une bonne part de son succès dépend aussi des ressources qu'elle a à sa disposition et qu'elle mobilise à sa façon au service de son offre pour ses clients"*.

1. Résultats des modèles

Dans ce sens, nous avons mis en concurrence un certain nombre de modèles dans le cadre de l'approche SFA, afin de tester l'hypothèse, nous pouvons, alors, commencer notre discussion.

D'abord, la puissance du modèle se mesure par rapport au test de vraisemblance par le *ratio de maximum de vraisemblance*. Pour notre échantillon, la fonction *Trans-logarithmique* à générer des valeurs irrégulières, nous avons opté pour la Cobb-Douglas (voir tableau 26). Les modèles *trans-logarithmiques* seront mis en annexe (annexe 7 à 10).

Les résultats que nous discuterons par la suite sont mis en œuvre par le logiciel FRONTIER version 4.1¹⁰⁶ :

Tableau 26 : Test de maximum de vraisemblance

<i>Models</i>	<i>Log likelihood function</i>
<i>Cobb-Douglas</i>	
<i>Model 1.1</i>	-65,60097
<i>Model 1.2</i>	-60,301776
<i>Model 1.3</i>	-60,26808
<i>Model 1.4</i>	-147,54417
<i>the model 1.3 has the best fitness of this dataset</i>	

Parmi les modèles *Cobb-Douglas*, le modèle 1.3 présente le meilleur résultat selon le test maximum de vraisemblance, donc la meilleure représentation des données.

Les modèles 1.1 / 1.2 / 1.3 s'inscrivent dans le cadre des modèles à effets *endogènes*, le modèle 1.4 représente le modèle à effets *exogènes*. Tandis que les modèles à effets *endogènes* préconisent que l'inefficacité s'explique par des variables endogènes, les modèles à effets *exogènes* introduisent d'autres variables explicatives de l'inefficacité.

Chaque modèle présente des spécifications particulières, nous mettons ci-dessous les différentes hypothèses nulles pour chaque modèle, ainsi que le résultat du test:

¹⁰⁶ Coelli, T.J A Guide to Frontier 4.1 : A Computer Program For Stochastic Frontier Production And Cost Function Estimation, CEPA Working Paper Department of Econometrics University of New England, Armidal NSW 2351, Australia, ISSN 1327 - 435X, ISBN 1 86389 4950

Tableau 27 : Hypothèses nulles pour différents modèles Cobb-Douglas d'ET

<i>Null hypothesis</i>	<i>Interpretation</i>	<i>Maximum likelihood</i>	<i>Decision</i>
Tests given Model 1.1			
$H_0: \gamma = 0$	<i>Les ports sont entièrement techniquement efficaces les effets de l'inefficacité technique sont représentés par une distribution semi-normale</i>	0.940658	Reject
$H_0: \mu = 0$	<i>les effets de l'inefficacité technique ne changent pas dans le temps (time-invariant model)</i>	-2.237335	Accept
$H_0: \eta = 0$		0.089442	Reject
Tests given Model 1.2			
$H_0: \gamma = 0$	<i>Les ports sont entièrement techniquement efficaces les effets de l'inefficacité technique sont représentés par une distribution semi-normale</i>	0.892113	Reject
$H_0: \mu = 0$	<i>les effets de l'inefficacité technique ne changent pas dans le temps (time-invariant model)</i>	-0.837112	Accept
$H_0: \eta = 0$		0.123264	Reject
Tests given Model 1.3			
$H_0: \gamma = 0$	<i>Les ports sont entièrement techniquement efficaces les effets de l'inefficacité technique sont représentés par une distribution semi-normale</i>	0.892083	Reject
$H_0: \mu = 0$	<i>les effets de l'inefficacité technique ne changent pas dans le temps (time-invariant model)</i>	-0.833003	Accept
$H_0: \eta = 0$		0.122873	Reject
Tests given Model 1.4			
$H_0: \gamma = 0$	<i>Les ports sont entièrement techniquement efficaces les effets des conditions du marché sont représentés par une distribution semi-normale</i>	0.998251	Reject
$H_0: \delta_0 = 0$		59.353540	Reject
$H_0: \delta_1 = 0$	<i>Les conditions du marché n'affectent pas l'inefficacité des ports</i>	-3.399944	Reject

2. Évaluation de la performance économique : la partie stochastique du modèle

2.1 Modèle à effets *endogènes* sur le système d'efficacité des ports à conteneurs

Le modèle 1.1 représente le modèle basique, la variable output y (débit des ports) est expliquée en fonction des variables endogènes (variables explicatives : d'infrastructures et d'équipements). Dans le modèle 1.2 nous avons introduit la variable trend pour représenter l'évolution des données (de *panel*) des ports. Enfin dans le modèle 1.3 nous avons inséré en plus du trend, la variable du commerce de la Chine en tant que variable endogène même si à vrai dire cette variable n'est pas influencée directement par le port donné, nous l'avons pris en considération en tant qu'input de plus, ne serait-ce que dans une tentative de mesurer ses effets (du commerce) sur le système d'efficacité des ports, dans ce cas, le volume du commerce de la Chine est compris dans la partie déterministe du modèle, il affecte l'inefficacité d'une façon indirecte, la variable est envisagée en tant qu'un input parmi d'autres, dans ce sens, les conditions de marché sont intégrées dans le processus de prise de décisions du port donné.

Dans notre thèse nous avons testé les deux hypothèses quant à la variable du commerce de la Chine, en tant qu'input pour le modèle à effets *endogènes* et comme facteur externe dans les modèles à effets *exogènes*. Les données du commerce de la Chine sont représentées en termes des flux d'importation et d'exportation entre la Chine et le reste du monde, ces données sont exprimées en dollars américains, nous les avons puisés de la source : Banque Mondiale.

En effet, nous avons spécifié les modèles à effets *endogènes* avec une moyenne μ selon une troncation semi-normale à zéro. Quand μ est égale à 0, la distribution de l'inefficacité est semi-normale (sans une troncation à zéro), nos modèles présentent des μ s non significatives (négatives), l'hypothèse alternative est en revanche acceptée, c'est-à-dire les inefficacités des ports peuvent parfaitement avoir une spécification avec une distribution semi-normale.

Nous avons spécifié les modèles à effets *endogènes* avec le paramètre η . Ce dernier représente le changement technologique dans le secteur d'activité qu'est l'industrie portuaire à travers le temps. Quand η est égale à 0, le modèle d'efficacité des ports ne subit pas des effets de changement technologique dans le temps. Nos modèles, toujours à effets *endogènes*, disposent d'une Eta η positive et significative, ce qui signifie que le secteur portuaire (pour notre échantillon) présente un changement technologique lent et stable (0.12) : modèle 1.3 comme référence (voir tableau 27).

Nous avons testé le paramètre gamma γ pour nos modèles. Le paramètre γ est compris entre 0 et 1. Quand γ se rapproche de 0, le modèle est économiquement performant, γ dans ce cas indique que l'éloignement à la frontière est dû pratiquement à l'erreur du système, c'est-à-dire suite à des facteurs prenant en charge des conditions d'environnement de chaque unité de production, ici, des ports, par exemple, des conditions géographiques ou des conditions climatiques, etc. En revanche, si γ s'approche de 1, le modèle souffre des inefficacités techniques, l'éloignement à la frontière est dû aux facteurs endogènes, c'est-à-dire à ceux qui sont sous le contrôle de management. Econométriquement, le paramètre γ trace la relation entre l'écart-type des deux termes du résidu, u (pour l'inefficacité) et v (pour l'erreur), avec :

$$\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2).$$

Dans nos modèles les paramètres γ s'élèvent à 0.9 indiquant que l'inefficacité technique domine le système portuaire pour notre échantillon. Notre combinaison de données accepte une frontière plutôt déterministe pour décrire la technique de production des ports. Dans cette onde d'idée, la frontière déterministe comprend seulement le terme aléatoire d'inefficacité u , et elle ne prend pas en considération le terme d'erreur v .

2.2 Modèle à effets *exogènes* : le commerce de la Chine

Le modèle 1.4, à la différence des modèles à effets *endogènes*, a pour objectif de mesurer l'impact du commerce de la Chine sur le système d'efficacité des ports dans le sens où le management des ports ne prend pas en charge le facteur externe, qu'il lui est externe, qu'il subisse ses variations. Dans le modèle 1.4, ce facteur est considéré dans la partie stochastique, c'est-à-dire les conditions du marché affectent l'efficacité des ports directement, le facteur externe est instable et imprédictible, nous supposons alors à la différence des modèles à effets *endogènes* que les ports ne peuvent monter leurs connaissances et technologies sur les conditions du marché (instables et imprévisibles).

En fait, la constante et le paramètre à estimer de la variable exogène jouent le même rôle que μ et η dans les modèles à effets *endogènes*. Nous observons que la constante et le paramètre de la variable exogène δ_0 et δ_1 respectivement, sont significatifs. Le paramètre δ_1 , représentant la variable exogène, est négatif, indiquant qu'une augmentation de flux de commerce de la Chine estompe, d'une manière ou d'une autre, l'inefficacité des ports.

La performance économique des ports (en termes d'efficacité technique) paraît stable dans les modèles à effets *endogènes* (voir tableau 30), et en évolution croissante dans le temps, lorsque la variable exogène est prise en considération dans le modèle à effets *exogènes* (voir tableau 31), le modèle performe autrement, la performance des ports se retrouve irrégulière. Le flux de commerce joue alors un rôle crucial sur l'inefficacité et le développement de l'infrastructure portuaire, il influe directement sur la performance économique des ports.

Cependant, nous avons remarqué que les modèles à effets *endogènes* 1.1, 1.2 et 1.3 disposent d'un même modèle d'efficacité stable et croissant et même si pour le modèle 1.3 nous avons pris en compte le flux de commerce comme input cela n'a pas tant changé le modèle, ce qui prouve que la variable exogène influe directement sur la performance des ports, l'efficacité est plutôt réelle que nominale.

2.3 Les élasticités de production des ports et la variable trend

2.3.1 Élasticités de production

L'équation *Cobb-Douglas* estime un nombre de paramètres Beta (β) en nombre des x_i que nous pouvons interpréter comme élasticités de productions des différents ports de l'étude, le tableau ci-après (tableau 28) comporte l'estimation de paramètres β_s pour les 5 variables de notre modèle :

Tableau 28 : Résultats d'estimation de maximum de vraisemblance des paramètres de la frontière stochastique avec effets de temps variant

Variable	Parameter	Model 1.1	Model 1.2	Model 1.3	Model 1.4
Stochastic Frontier					
Intercept	β_0	8.71 (8.47)	7.88 (7.31)	6.21 (0.97)	12.85 (12.87)
B. Lenght (m)	β_1	0.93 (5.90)	1.08 (7.14)	1.07 (6.88)	0.46 (3.68)
Area (ha)	β_2	0.12 (1.11)	0.16 (1.50)	0.16 (1.54)	0.19 (2.09)
Draft (m)	β_3	-0.63 (2.42)	-0.59 (2.05)	-0.60 (2.12)	-1.13 (4.22)
Storage (teu)	β_4	0.09 (0.78)	0.13 (1.27)	0.13 (1.25)	0.49 (6.46)
Qc (nbr)	β_5	0.04 (0.54)	-0.08 (0.86)	-0.08 (0.81)	0.08 (1.53)
Year	β_6	- -	-0.05 (3.23)	-0.05 (1.83)	0.01 (0.65)
Trade	β_7	- -	- -	0.06 (0.26)	- -
Intercept z	δ_0	- -	- -	- -	59.35 (1.01)
Trade (z)	δ_1	- -	- -	- -	-3.40 (1.04)
Variance Parameters					
	σ^2	1.33 (1.62)	0.68 (0.67)	0.68 (0.65)	23.21 (1.13)
	γ	0.94 (23.32)	0.89 (5.53)	0.89 (5.40)	0.99 (560.47)
	μ	-2.24 (1.68)	-0.84 (0.32)	-0.83 (0.30)	
	η	0.09 (5.76)	0.12 (7.20)	0.12 (7.04)	

L'élasticité traduit la variation relative de *throughput* des ports provoqué par une variation au niveau de l'un des paramètres du modèle, toute chose étant égale par ailleurs. Nous trouvons

utile de mesurer la variation des élasticités partielles de production des ports par rapport à la moyenne géométrique.

Il est à noter que la moyenne géométrique fonctionne parfaitement pour les taux de variation et élasticités.

Statistique	Yi	x1	x2	x3	x4	x5
Moyenne	1512759.872	1751.173	66.309	14.329	2.141	12.113
Moyenne géométrique	880705.694	1367.972	46.352	13.999	1.449	6.504

Selon le modèle basique 1.3 (modèle de référence dans cette discussion), les élasticités de linéaire de quai, de superficie et de la capacité de stockage sont estimées à 1.07, 0.16 et 0.13, respectivement, ceci dit qu'une augmentation de 1% dans le linéaire de quai (environ 13 mètres) entraîne une augmentation de 1.07% du *throughput* environ 9250 *evp*. De la même sorte une expansion de la superficie de 0.5 ha entraîne un accroissement du trafic portuaire de 1409 *evp*, un rehaussement de la capacité entraînera une croissance de 1145 *evp*. Les autres élasticités de production ne sont pas significatives. L'élasticité de Qc est considérée comme positive et significative dans le modèle 1.1 et 1.4, alors qu'elle ne l'est pas dans les modèles 1.2 et 1.3 suite à l'introduction de la variable temps, ceci peut s'expliquer par le fait que l'investissement dans l'équipement prend généralement plus de temps pour montrer ses bienfaits sur la performance. Nous pouvons conclure que l'investissement dans le linéaire de quai doit être de priorité.

2.3.2 Facteur trend

Le facteur trend permet de repérer l'importance du temps dans l'output du port donné. C'est le pourcentage de changement de l'output suite au changement technologique dans le temps (compte tenu de la période de l'étude). D'un autre côté, Eta η représente le paramètre temporel, le paramètre lié au temps marque le changement de l'efficacité technique dans le temps. Il faut éviter de mélanger les deux, car la confusion est source d'erreur, ces paramètres sont deux représentations différentes du temps.

Référence à nos modèles, nous observons que le paramètre estimé du trend est négatif (-0.05), plusieurs raisons peuvent être avancées à ce stade :

Nous avons avancé dans la première section que l'industrie portuaire est surcapacitaire c'est-à-dire qu'il y a plus de l'offre des transporteurs maritimes que de la demande en marchandise des clients. Le management des ports est à l'écoute de la tendance (du marché des transporteurs maritimes), comme réponse les ports anticipent en offrant davantage de la capacité d'accueil (des porte-conteneurs). Ce qui explique un paramètre trend négatif, c'est-à-dire la réponse l'output (trafic réel) au changement technologique n'est pas instantanée.

Les ports continuent à offrir l'infrastructure et l'équipement malgré un retour sur investissement très lent dans une tentative de verrouiller le marché portuaire, les ports pratiquent, dès lors, des stratégies « d'occupation du terrain » afin d'éliminer la concurrence et de monter des barrières pour les nouveaux entrants.

Certains ports trouvent dans l'excès de la capacité des opportunités dans la mesure où cela attire les clients, ici, les transporteurs maritimes (armateurs), c'est un signe de confiance et de notoriété. Cette stratégie est, dès lors, primordiale pour les protagonistes de l'industrie portuaire.

Le système *hub and spoke* : les ports hubs disposent des capacités d'accueil des porte-conteneurs de grande taille *mother vessels*, ainsi que des navires de petite taille des *feeders*, les ports *spoke* ne peuvent accueillir que des navires de petite taille, ceci implique que les ports *hubs* disposent des ressources nécessaires pour gérer les opérations pour les porte-conteneurs de différentes tailles, ce qui implique une disposition qui n'est pas toujours exploitable, certaine contreperformance économique est inhérente au système *hub and spoke*.

Le trafic transbordement et *gateway* ne sont pas sans impacts sur le système de performance économique des ports à conteneurs, les ports transbordement requièrent de larges espaces en superficie que les ports *gateway*, les ports *transbo* ne sont, en effet, pas pleinement exploitable. Pour rappel, le transbordement consiste à l'opération : navire – port – navire, tandis que le port *gateway* : navire – port – terre, ce dernier occupe le terrain autrement, requérant des espaces diverses dans le port. Quand la proportion de transbordement s'élève, l'efficacité du port donné tend à augmenter.

D'autres facteurs impliquent un paramètre trend négatif tels que : la propriété du port, l'exclusivité des ports et l'investissement des ports.

La performance du secteur privé est généralement supérieure à celle du secteur public¹⁰⁷, le port privé tend à exploiter au maximum ses ressources en infrastructure et équipement qu'un port public.

L'exclusivité du port entend le système de gestion des contrats du port donné, certains ports nouent des contrats avec leurs différents clients sur la base des ressources en dédiant une proportion des ressources comme le quai et la cour de stockage à un client spécifique; ce dernier en cas de non-respect d'un volume de trafic négocié à priori est contraint de payer des pénalités. Cette stratégie d'optimisation de revenu protège les ports contre la volatilité du marché, mais d'un autre côté, cette stratégie affaiblit l'efficacité des ports.

Le système d'investissement pour les ports peut contribuer à la négativité du trend dans la mesure où l'ajustement à la demande diffère des ports dans la région de Méditerranée d'un pays à un autre, les pays émergents comme ceux de l'Afrique amorcent une nouvelle phase dans leur histoire de développement économique, plusieurs restructurations et des projets de création des ports commencent à voir le jour dans ces pays, pour ces pays l'investissement vient en premier lieu et le trafic en deuxième lieu. Pour les pays de l'Europe dans une grande partie est présente dans la région méditerranéenne, le taux de croissance de trafic est lent impliquant de larges cycles d'exploitation des ports. Quant aux pays asiatiques principalement la Chine, ils réjouissent d'un taux de croissance est élevé, ces pays s'impliquent dans le cycle d'exploitation dans l'immédiat, pour ces pays le trafic arrive en premier abord et l'investissement vient en second lieu.

En somme, les stratégies d'attraction des clients pour les pays de la région exigent la mise à disposition des ressources en infrastructures impliquant un taux négatif de changement technologique annuel par rapport à l'output des ports.

3. Évaluation de l'efficacité technique

¹⁰⁷ Nabil, Ali Belouard, Application de l'analyse frontière stochastique à l'estimation de l'efficacité des entreprises : effet de la forme de propriété.

Nous avons utilisé deux types de modèles de performance dans cette recherche, le modèle à effets *endogènes* et un autre à effets *exogène*, les deux modèles ont généré des modèles de performance technique différents qui méritent d’être analysés de plus près.

Le modèle à effets *endogènes* a généré des performances en termes d’efficacité technique maintenue en stabilité et à même croissantes dans le temps alors que le modèle à effets *exogènes* a généré des performances irrégulières.

Le tableau 29 montre les performances de chaque port de l’échantillon dans la période de l’étude selon le modèle 1.3. Ce dernier forme la base de notre discussion pour les modèles à effets *endogènes*.

Tableau 29 : ET des ports de l’échantillon selon le modèle à effets *endogènes* 1.3

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Tanger-Med</i>	n/a	n/a	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95
<i>Algésiras</i>	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97
<i>Valencia</i>	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,67	0,70	0,73
<i>Tarragona</i>	0,04	0,06	0,08	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,31
<i>Las Palmas</i>	0,25	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59
<i>Alicante</i>	0,56	0,59	0,63	0,66	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
<i>Barcelona</i>	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
<i>Alger</i>	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
<i>Annaba</i>	0,03	0,04	0,06	0,08	0,11	0,14	0,17	0,21	0,25
<i>Bejaia</i>	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,52
<i>Radès</i>	0,48	0,53	0,57	0,60	0,64	0,67	0,71	0,73	0,76
<i>Alexandrie</i>	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51
<i>Port Said</i>	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92
<i>Mersin</i>	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63
<i>Ambarli</i>	0,28	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,55	0,58	0,62
<i>Genova</i>	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,66	0,70	0,73	0,75
<i>Las Spezia</i>	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87
<i>Cagliari</i>	0,20	0,24	0,29	0,33	0,38	0,42	0,47	0,51	0,55
<i>Gioia Tauro</i>	0,45	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,71	0,74
<i>Piraeus</i>	0,63	0,66	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84
<i>Thessaloniki</i>	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63
<i>Marsaxlokk</i>	0,59	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82
Moyenne	0,33	0,38	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,67

Est-ce que la croissance de l’indice de l’efficacité est due à la variable exogène le commerce de la Chine ? (dans ce modèle cette variable a été entreprise en tant que variable endogène, interne au processus de prise de décision du port donné), il paraît que la réponse à cette

question est négative, parce que nous avons observé que les efficacités dans les modèles 1.1 et 1.2 (voir annexe 3 et 4), qui sont également des modèles à effets *endogènes*, présentent le même modèle de performances. Ceci montre que l'efficacité technique des ports est incrustée dans et/est conditionné par le système productif réel des ports.

Les indices d'efficacité affichés dans le tableau 29 entraînent que les ports de grandes tailles possèdent un niveau de performance économique supérieur à ceux de petite taille, nous évoquons le port Tanger-Med (2014 : 0.95), Algésiras (2014 : 0.97) et Barcelone (2014 : 0.94) comme ayant un indice très élevé. Le port d'Annaba (2014 : 0.25) et Tarragona 2014 : 0.31) sont des ports de petites tailles, ces ports ont un indice d'efficacité inférieur.

Les ports de la Turquie Mersin (2014 : 0.6) et Ambrali (0.6) ont un niveau moyen d'efficacité alors qu'ils sont très bien équipés en infrastructure et équipement, nous pensons que leurs contreperformances ont une relation avec la gestion du port, l'absence d'une réelle autorité portuaire en est peut-être la cause ?!

Le port d'Alexandrie devrait améliorer ses calculs, nous avons attendu que l'indice soit meilleur, ce port dispose de capacité importante avec un linéaire de quai d'environ 2500 mètres et 16 portiques.

Les ports de l'Algérie Annaba et Bejaia ont un indice d'efficacité et efficience très bas, ces ports sont pauvres en capacité, alors qu'ils disposent d'une très bonne position sur la Méditerranée. Le port de la Tunisie a une marge de perfectionnement important, ce port entame des cycles d'investissement récemment.

Surprenant l'indice d'efficacité pour les ports de l'Italie pour qui nous avons attendu un taux supérieur, Gioia Tauro l'un des plus grands ports de la Méditerranée dispose d'un indice moyen et même inférieur dans les années précédentes, disposant d'énormes capacités (3400 mètres de linéaires, 4.2 millions evp et 22 portiques entre autres).

De même, le port de Valence en Espagne qui est le plus grand port de la Méditerranée disposant de capacités pharaoniques (4300 linéaire de quai, 161 hectares et 36 portiques entre autres caractéristiques), son indice est moyen et même inférieur dans la période considérée.

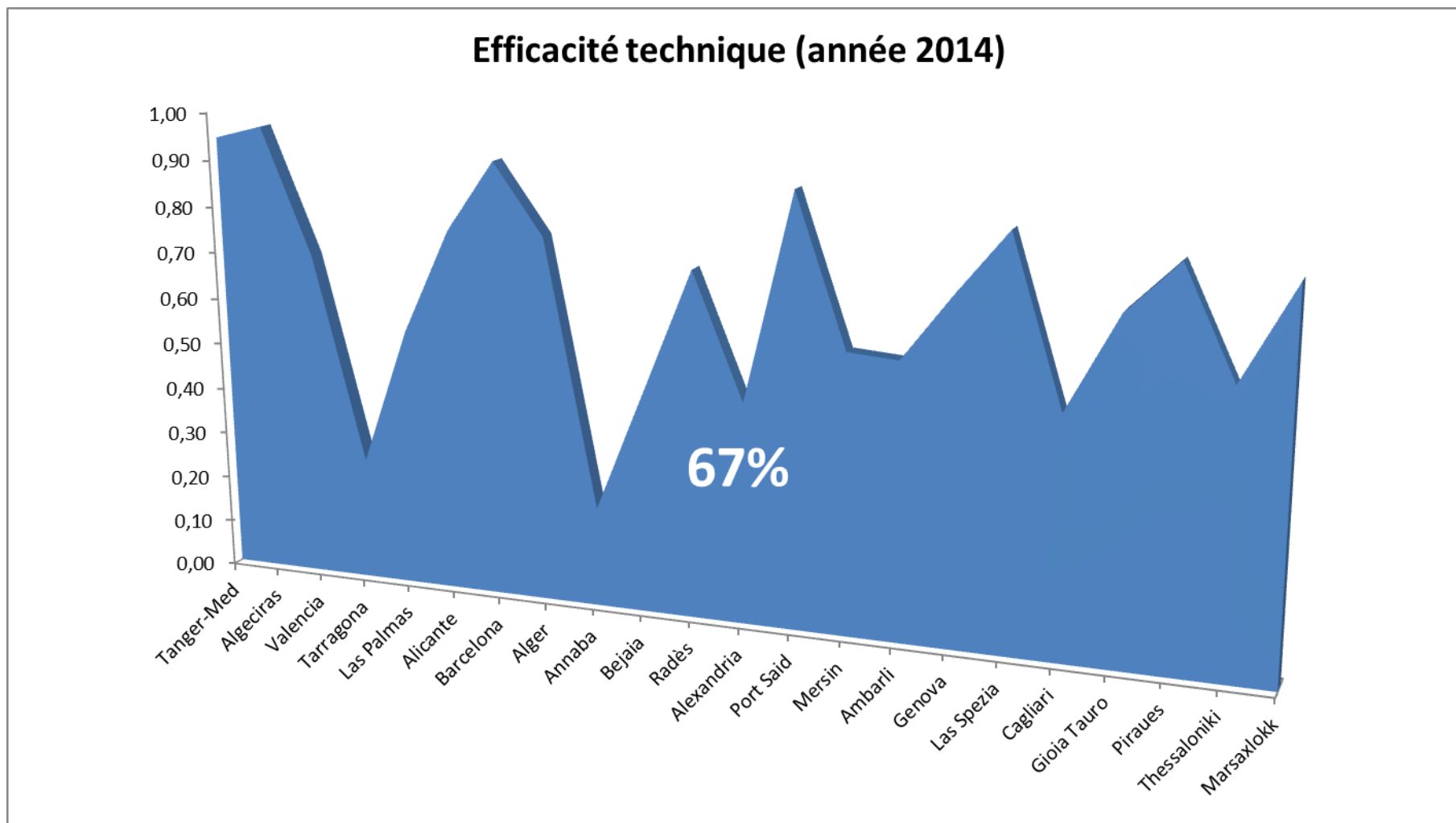
Dans le tableau suivant (tableau 30) nous classons ces ports en termes de l'efficacité technique de chaque port pour l'année 2014 comme étant l'année la plus récente de l'étude:

Tableau 30 : Classement d'efficacité pour modèle 1.3

Noms des ports	2014
<i>Algésiras</i>	0.97
<i>Tanger-Med</i>	0.95
<i>Barcelona</i>	0.94
<i>Port Said</i>	0.92
<i>Las Spezia</i>	0.87
<i>Piraeus</i>	0.84
<i>Marsaxlokk</i>	0.82
<i>Alicante</i>	0.80
<i>Alger</i>	0.80
<i>Radès</i>	0.76
<i>Genova</i>	0.75
<i>Gioia Tauro</i>	0.74
<i>Valencia</i>	0.73
<i>Mersin</i>	0.63
<i>Thessaloniki</i>	0.63
<i>Ambarli</i>	0.62
<i>Las Palmas</i>	0.59
<i>Cagliari</i>	0.55
<i>Bejaia</i>	0.52
<i>Alexandrie</i>	0.51
<i>Tarragona</i>	0.31
<i>Annaba</i>	0.25
Moyenne	0.67

En général, nous pouvons conclure que l'indice d'efficacité a été maintenu stable et progressif durant la période pour tous les ports étudiés, quels que soient leurs tailles (en termes de débit : voir tableau 20), leurs capacités et leurs niveaux d'efficacité respectifs.

Figure 34 : Graphique ET des ports de la Méditerranée pour l'année 2014



Nous trouvons intéressant le modèle à effets *exogènes* 1.4, ce modèle a généré des indices de performances différentes des modèles à effets *endogènes*. Le tableau 31 nous permet de lire les indices d'efficacité des ports à l'étude :

Tableau 31 : ET des ports de l'échantillon selon le modèle à effets *exogènes* 1.4

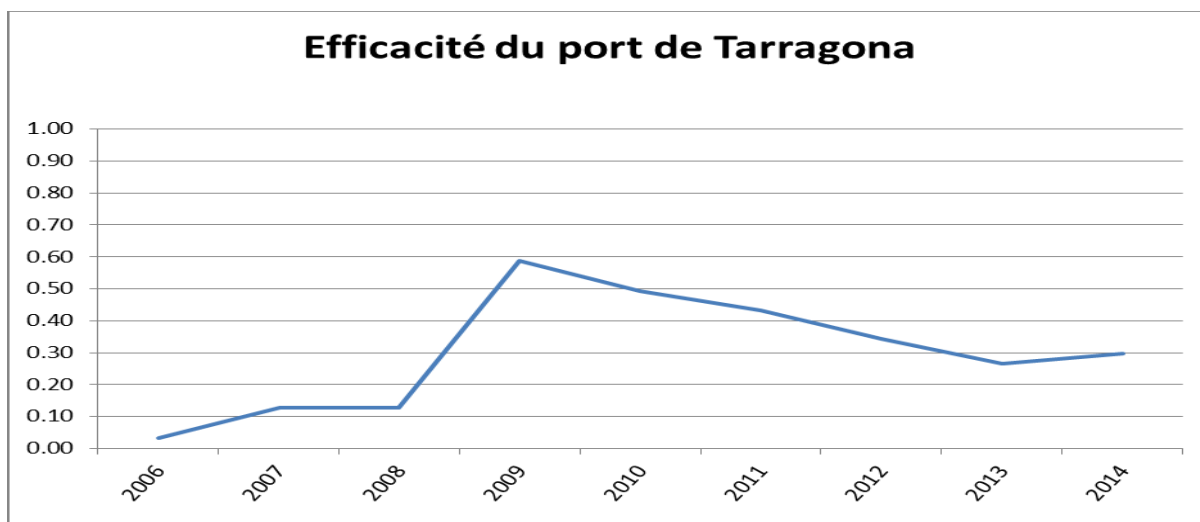
Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Tanger-Med</i>	n/a	n/a	0,67	0,61	0,86	0,87	0,83	0,91	0,93
<i>Algésiras</i>	0,92	0,92	0,92	0,91	0,89	0,83	0,87	0,89	0,89
<i>Valencia</i>	0,74	0,60	0,70	0,70	0,77	0,78	0,80	0,78	0,79
<i>Tarragona</i>	0,03	0,13	0,13	0,59	0,49	0,43	0,34	0,27	0,30
<i>Las Palmas</i>	0,70	0,70	0,70	0,52	0,62	0,69	0,64	0,48	0,50
<i>Alicante</i>	0,77	0,78	0,75	0,67	0,73	0,75	0,76	0,72	0,68
<i>Barcelona</i>	0,90	0,92	0,92	0,84	0,86	0,87	0,49	0,48	0,51
<i>Alger</i>	0,66	0,76	0,82	0,84	0,83	0,86	0,86	0,87	0,90
<i>Annaba</i>	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,13	0,41	0,44	0,48
<i>Bejaia</i>	0,23	0,30	0,35	0,45	0,48	0,55	0,46	0,55	0,47
<i>Radès</i>	0,85	0,89	0,92	0,92	0,92	0,89	0,88	0,88	0,84
<i>Alexandrie</i>	0,36	0,28	0,32	0,24	0,24	0,44	0,43	0,44	0,49
<i>Port Said</i>	0,77	0,79	0,84	0,85	0,83	0,83	0,76	0,81	0,80
<i>Mersin</i>	0,37	0,45	0,48	0,47	0,57	0,62	0,65	0,67	0,72
<i>Ambarli</i>	0,51	0,67	0,58	0,46	0,63	0,65	0,72	0,76	0,77
<i>Genova</i>	0,69	0,75	0,72	0,63	0,71	0,73	0,77	0,75	0,79
<i>Las Spezia</i>	0,77	0,79	0,81	0,72	0,81	0,82	0,80	0,81	0,81
<i>Cagliari</i>	0,50	0,46	0,26	0,61	0,52	0,49	0,51	0,57	0,58
<i>Gioia Tauro</i>	0,74	0,81	0,81	0,72	0,71	0,59	0,68	0,75	0,72
<i>Piraeus</i>	0,85	0,84	0,31	0,16	0,21	0,58	0,80	0,85	0,88
<i>Thessaloniki</i>	0,34	0,44	0,24	0,27	0,27	0,29	0,31	0,31	0,34
<i>Marsaxlokk</i>	0,67	0,79	0,76	0,77	0,79	0,78	0,81	0,84	0,84
Moyenne	0,46	0,53	0,50	0,52	0,56	0,61	0,63	0,64	0,65

Le modèle 1.4, semble irrégulier, nous avons constaté que la progression n'est pas claire de que dans les autres modèles *endogènes*, dans certaine phase de la période étudiée l'efficacité a connu des chutes et des progressions.

L'indice d'efficacité du port de Tarragona a connu un saut entre 2008 et 2009, puis une diminution progressive de l'indice, à la lecture de ses informations d'infrastructure et d'équipement, nous avons constaté que le port a réalisé des investissements dans cette période, nous pouvons comprendre qu'il existe une relation étroite entre investissement et efficacité, quand le port arrive à maturité son efficacité augmente -à moins que des

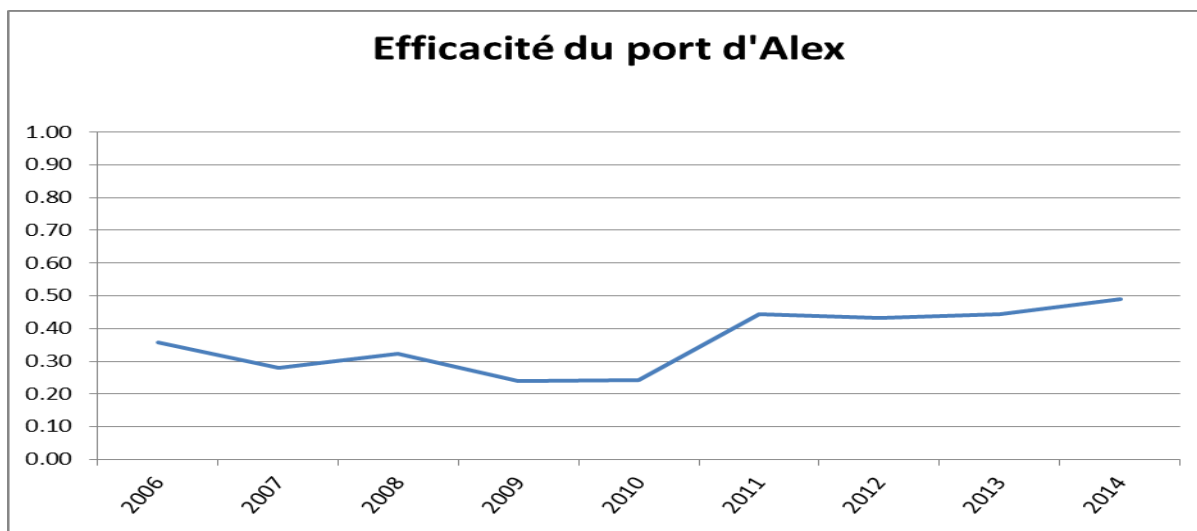
conjonctures inopinées interrompent le cycle de maturité-, l'investissement se révèle particulièrement intéressant et attractif afin de pourvoir au besoin de la demande, l'investissement réalisé crée de capacités supplémentaires inemployées pleinement, en conséquence, l'efficacité baisse temporairement jusqu'à ce que le trafic remplisse cette capacité oisive. Le cycle d'occupation prendra généralement de temps pour se reconstruire.

Figure 35 : Graphique ET selon modèle 1.4 du port de Tarragona



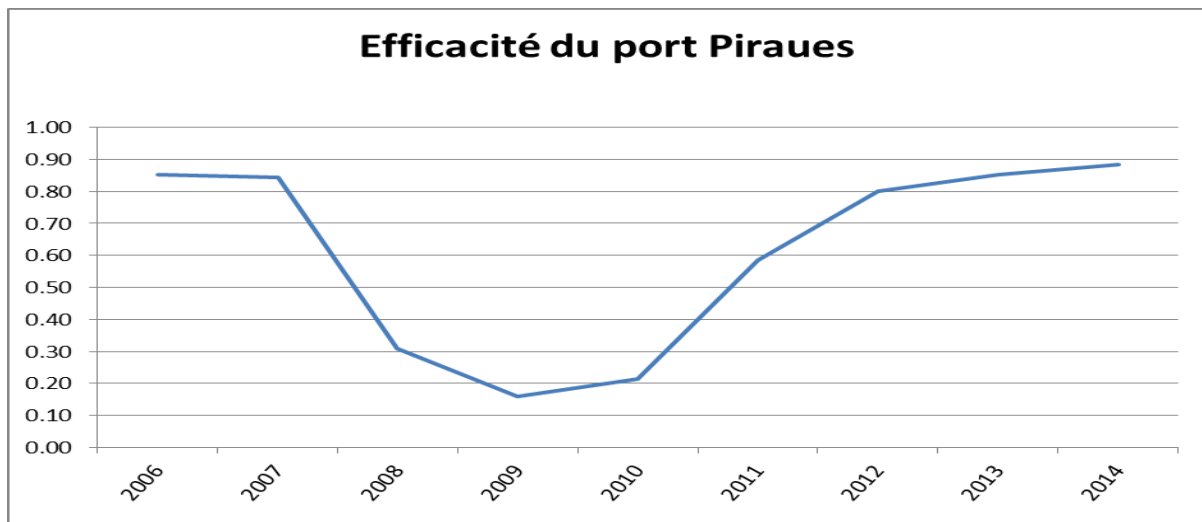
Le port d'Alex a connu une progression médiocre et a même chuté dans la période 2009 et 2010 depuis lors le port a fait un saut à l'avant son efficacité s'est améliorée de 0.24 à 0.44, à la lecture de ses informations, ce port a également entamé un cycle d'investissement durant la période 2007 à 2009, son efficacité a baissé suite à la création de nouveaux espaces. Conjugué à son efficacité technique dans le modèle 1.3, ce port éprouve des difficultés à remplir sa capacité, il serait intéressant d'analyser sa situation de plus près.

Figure 36 : Graphique ET selon modèle 1.4 du port d'Alex



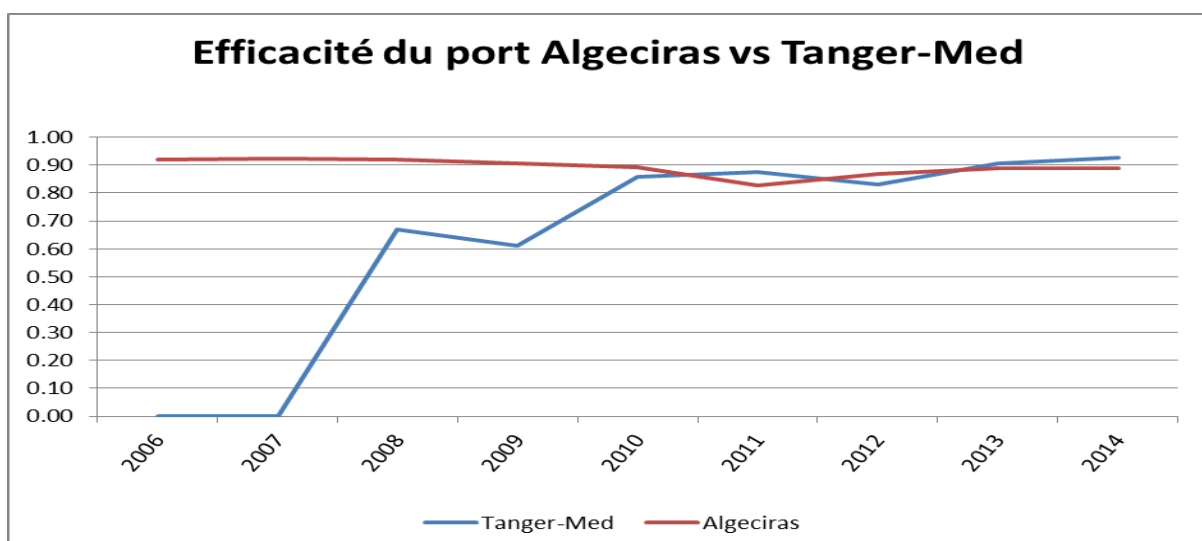
La situation du port de la Grèce, Le Pirée, est très intéressante, la courbe a une concavité aigüe. À la lecture de ses informations d'infrastructures et d'équipement, le port a réalisé des investissements en trois phases : une de 2006 à 2009, une autre de 2009 à 2011 et une dernière de 2011 à 2014, le déphasage entre, trafic et capacité, a généré une courbe de telle sorte.

Figure 37 : Graphique ET selon modèle 1.4 du port de Pirée



Un autre point mérite d'être révélé, le port d'Algésiras a été considéré comme ayant le meilleur score sur l'échelle de l'indice d'efficacité technique dans le modèle 1.3 à effets *endogènes* (0.97 contre 0.95 pour Tanger-Med), alors que dans l'évaluation suivant le modèle 1.4, le port Tanger-Med est considéré comme ayant le meilleur score (0.93 contre 0.89 pour Algésiras), ceci est dû à l'utilisation des ressources, Algésiras dispose de plus de ressources inexploitées que son homologue Tanger-Med.

Figure 38 : Graphique ET selon modèle 1.4 du port d'Algésiras vs Tanger-Med



La courbe bleue représente l'efficacité technique selon le modèle 1.4, nous observons qu'en début de la période le score d'efficacité était inférieur, ne serait-ce qu'en 2010 que le port de Tanger améliore sa situation, cela s'explique par le fait que le port était dans son démarrage, la demande n'était pas à la hauteur des capacités mises en œuvre à l'époque, son homologue Aleciras est par contre un port très ancien, ce port a également réalisé des investissements dans les années 2010, ce qui explique la baisse temporaire du score, qui malgré un trafic plus élevé par rapport aux premières périodes de l'étude, a connu un score d'efficacité plus faible.

Nous classons dans le tableau 31 le score d'efficacité selon cinq groupes :

Le groupe A rassemble les ports qui ont connu des investissements au cours de la période, leurs *throughputs* s'est améliorés et leurs scores d'efficacité sont importants, on dit que ces ports pratiquent une stratégie d'investissement agressive, que nous qualifions de "stratégie de leader".

Le groupe B présente les ports qu'ils ont investis démesurément dans leurs capacités respectives, le trafic n'a pas répondu suite à l'expansion du port, on dit que ces ports adoptent la "stratégie du suiveur".

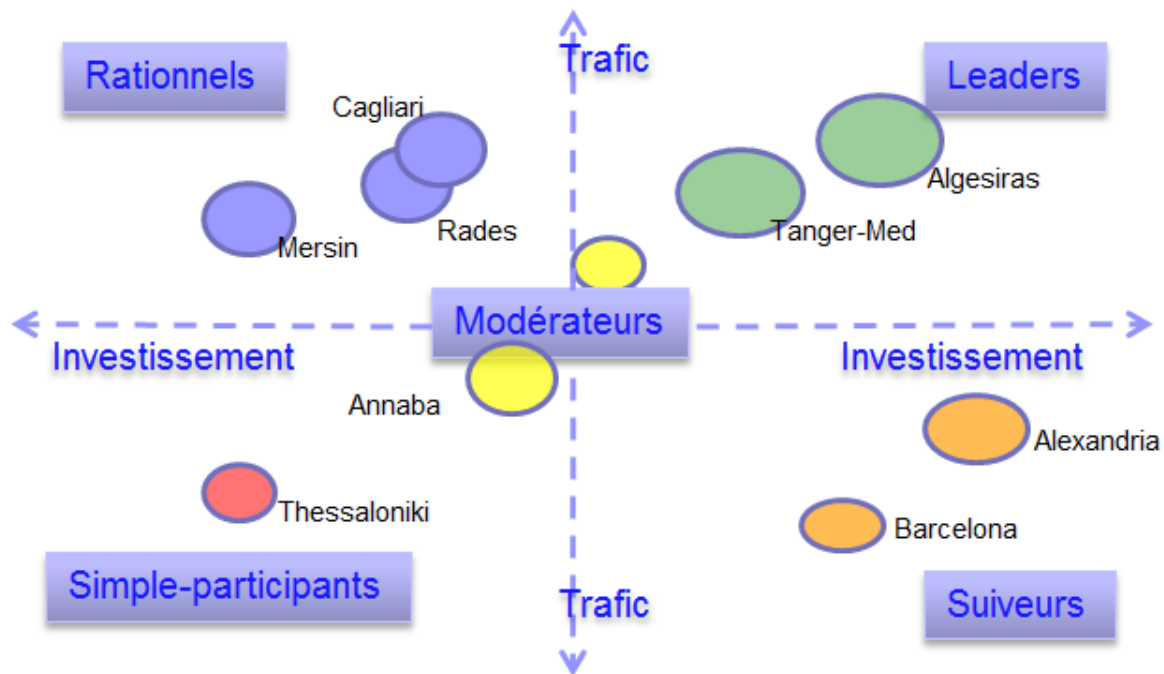
Le groupe C pour les ports qui n'ont pas mené des projets d'investissement, mais qui exploitent pleinement leurs ressources et capacités, cette catégorie regroupe les ports adoptant une stratégie de rationalisation des ressources que nous surnommons "stratégie de rationalisation".

Le groupe D regroupe les ports qui mènent des stratégies modérées d'investissement, leurs efficacités augmentent moyennement, nous qualifions de "stratégie de modération".

Le groupe E est dédié aux ports qui n'ont pas connu des projets d'investissement, leurs efficacités est médiocres, ces ports ne sont pas performant économiquement, nous qualifions leurs stratégies par "stratégie du simple-participant":

Nous tentons de schématiser les différentes stratégies dans la grille suivante :

Figure 39 : Grille de performance économique (Relation investissement et trafic du port)



Source : Grille élaborée par nos soins

Il est à noter que la grille est simpliste, la réalité est beaucoup plus compliquée, les motivations qui expliquent l'investissement sont liées à plusieurs facteurs dont certains ont été évoqués dans ce chapitre d'autres n'ont été pas pris en considération citons l'exemple des intérêts personnels et divergents du *top management*, la santé financière de l'unité de production, etc., mais une chose est certaine *Böhm Bawerk* a défini proprement ce qu'est un investissement : "*c'est l'ensemble des biens techniques qui, à travers des détours productifs et moyennant la dépense de temps, ont la vertu de rendre plus productif le travail humain*". L'acte d'investir a pour objectif principal de rendre l'entreprise plus compétitive sur le marché, l'investissement est la force motrice qui permette à toute entreprise de réussir et de se développer.

La ligne de démarcation entre les types d'investissement qu'évoque la grille est floue, parfois il est compliqué de déterminer proprement la stratégie d'un port, la grille demeure silencieuse quant aux cycles de retour sur investissement, nous avons casé le port d'Alex dans le groupe des suiveurs, alors que ce port à la différence des deux autres (Barcelone et Alicante) a connu

une augmentation assez importante de son trafic, vrai sa capacité est encore plus importante, nous devons attendre encore de temps pour voir si la demande continue à s'accroître, en conséquence le trafic augmentera encore et encore jusqu'à remplir sa capacité additionnelle et son efficacité serait meilleure ou au tout contraire, le port appuierait sa position de suiveur.

La situation du port d'Alger mérite d'être évoquée, le port a profité de la demande de par sa situation stratégique, il est positionné au cœur de la méditerranée, le port a mené des investissements légers, son trafic ne cesse d'augmenter, il serait peut-être amené à injecter plus de capital technique si le trafic continue de croître. Port Said et Valence, bien qu'ils sont des ports leaders dans le bassin, ils ont encore de marge de performance devant eux. Les ports de Barcelone et d'Alicante sont amenés à entreprendre des actions commerciales afin de capter plus de trafic.

La majorité des ports italiens n'ont pas mené des projets d'expansion, ces ports se situent dans la phase de rationalisation de ressources.

Tableau 32 : Typologie de différentes stratégies menées par les ports

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Groupe	Stratégie
Tanger-Med	n/a	n/a	0.67	0.61	0.86	0.87	0.83	0.91	0.93	A	leader
Algésiras	0.92	0.92	0.92	0.91	0.89	0.83	0.87	0.89	0.89	A	leader
Piraeus	0.85	0.84	0.31	0.16	0.21	0.58	0.80	0.85	0.88	A	leader
Marsaxlokk	0.67	0.79	0.76	0.77	0.79	0.78	0.81	0.84	0.84	A	leader
Port Said	0.77	0.79	0.84	0.85	0.83	0.83	0.76	0.81	0.80	A	leader
Valencia	0.74	0.60	0.70	0.70	0.77	0.78	0.80	0.78	0.79	A	leader
Ambarli	0.51	0.67	0.58	0.46	0.63	0.65	0.72	0.76	0.77	A	leader
Alicante	0.77	0.78	0.75	0.67	0.73	0.75	0.76	0.72	0.68	B	suiveur
Barcelone	0.90	0.92	0.92	0.84	0.86	0.87	0.49	0.48	0.51	B	suiveur
Alexandrie	0.36	0.28	0.32	0.24	0.24	0.44	0.43	0.44	0.49	B	suiveur
Alger	0.66	0.76	0.82	0.84	0.83	0.86	0.86	0.87	0.90	C	rationalisation
Radès	0.85	0.89	0.92	0.92	0.92	0.89	0.88	0.88	0.84	C	rationalisation
Las Spezia	0.77	0.79	0.81	0.72	0.81	0.82	0.80	0.81	0.81	C	rationalisation
Genova	0.69	0.75	0.72	0.63	0.71	0.73	0.77	0.75	0.79	C	rationalisation
Gioia Tauro	0.74	0.81	0.81	0.72	0.71	0.59	0.68	0.75	0.72	C	rationalisation
Mersin	0.37	0.45	0.48	0.47	0.57	0.62	0.65	0.67	0.72	C	rationalisation
Cagliari	0.50	0.46	0.26	0.61	0.52	0.49	0.51	0.57	0.58	C	rationalisation
Las Palmas	0.70	0.70	0.70	0.52	0.62	0.69	0.64	0.48	0.50	C	rationalisation
Annaba	0.03	0.05	0.06	0.08	0.09	0.13	0.41	0.44	0.48	D	modération
Bejaia	0.23	0.30	0.35	0.45	0.48	0.55	0.46	0.55	0.47	D	modération
Tarragona	0.03	0.13	0.13	0.59	0.49	0.43	0.34	0.27	0.30	D	modération
Thessaloniki	0.34	0.44	0.24	0.27	0.27	0.29	0.31	0.31	0.34	E	simple participant

A l'image de ce qu'on a vu, nous pouvons conclure qu'il existe une relation entre capacité et demande que reflète la variation du trafic. Le score d'efficacité selon le modèle à effets *exogènes* est différent des modèles à effets *endogènes*, permettant une meilleure lecture sur l'effet du changement technologique sur la performance économique du port.

Par ailleurs, la relation entre capacités – demande – efficacité est forte suite à la mise en œuvre des projets d'investissement, quand la demande augmente sans que le port entame le processus d'investissement, cela mène à une surexploitation et l'efficacité augmente vertigineusement jusqu'à atteindre un niveau d'obsolescence technique où le renouvellement du capital technique devient nécessaire. Lorsque le port génère de nouvelles capacités, le sous-emploi de cette capacité face à la demande s'installe, menant par récurrence et temporairement l'efficacité à chuter. Le suremploi et le sous-emploi s'activent constamment suite à l'amorçage des projets d'extension de capacités des ports.

Conclusion du chapitre III

La méthode SFA exige le choix de la forme de la fonction de production, la forme translog et Cobb-Douglas sont communément utilisées dans les travaux portuaires, chaque forme a ses propres particularités, la forme Cobb-Douglas est un cas spécial de la fonction translog alors que cette dernière est un cas général de la Cobb-Douglas.

La SFA décompose l'erreur en un terme purement résiduel reflétant la défaillance du système (modèle mathématique inadéquat, informations erronées, conditions climatiques défavorables, crise économique, etc.) et un terme inhérent à l'inefficacité de management (incompétence technique, mauvais choix d'investissement, etc.), l'estimation de l'inefficacité attribue des propriétés de distribution à ces termes, le terme aléatoire du bruit est distribué indépendamment selon une loi normale alors que le terme d'inefficacité peut être distribué selon une troncature normale à zéro, semi-normale, exponentielle ou gamma.

La distribution agit sur la flexion de la fonction de production dans le secteur portuaire. La spécification du modèle est peut être faite selon le modèle de Battese et Coelli 1992 sans l'intégration du facteur exogène et le modèle de Battese et Coelli 1995 qui estime l'inefficacité selon la procédure d'estimation en deux stages afin de prendre en compte le facteur exogène. Plusieurs permutations sont possibles, dans cette recherche nous optons pour les données de Panel, l'estimation des termes aléatoires est spécifiée selon la distribution normale et de troncature à zéro pour les deux modèles de B et C (1992 et 1995).

La méthode DEA est une méthode recherche opérationnelle et de programmation linéaire, toutefois, elle n'exige aucune forme fonctionnelle, le calcul des scores d'efficacité permet

d'identifier la décomposition de l'efficacité totale (Economique) en efficacité technique pure (VRS) et efficacité d'échelle, certaines DMU seront appelées à annuler l'effet de l'inefficacité par un mouvement vers la frontière CRS c'est-à-dire en annulant l'inefficacité due à la taille de la DMU, parfois cela peut donner lieu à autre mouvement celui de slack afin d'être aussi performant que les DMU les plus efficaces. Par ailleurs, la méthode se base sur la technique du *benchmarking* en identifiant pour chaque port/terminal ses pairs ou *benchmark*. L'inclusion des données de panel montre l'évolution de l'efficacité et décèle les raisons de l'évolution par le progrès technique. La méthode Malmquist fut intégrée dans la méthode DEA afin de prendre en compte les séries temporelles (donnée de panel).

En effet, à l'aide de l'économétrie des frontières (méthode SFA), nous avons évalué la performance économique des ports à conteneurs, notre échantillon comprend 22 ports de la Méditerranée, dont Tanger-Med. Nous avons spécifié les variables de nos modèles d'évaluation avec une description statistique détaillée des données. Le trafic portuaire représente l'output du modèle. Le linéaire de quai, la superficie, le tirant d'eau, la capacité de stockage et le nombre des portiques représentent les inputs respectivement. Le commerce de la Chine en été la variable exogène. Nous avons défini les modèles en distinguant entre 3 modèles à effets endogènes et un modèle à effets exogènes dans le but de tester l'impact de la variable du commerce sur la performance économique. Nous avons testé les différents modèles suivant la fonction *Cobb-Douglas* et *translogarithmiques*. La forme *Cobb-Douglas* a formé la base de notre discussion et analyse.

L'inefficacité technique domine le modèle de performance économique des ports de la Méditerranée, le paramètre γ résulte très proche de 1 dans tous les modèles. Selon le paramètre μ , une représentation de l'efficacité selon une distribution semi-normale (sans une troncation à zéro) tombe parfaitement adéquate pour l'industrie portuaire. Nous avons mis en œuvre deux sortes de paramètres pour l'évaluation du changement technologique, η pour évaluer le changement de l'efficacité technique, l'industrie portuaire est caractérisée par un paramètre η positif et peu significatif, l'industrie portuaire connaît donc un changement technologique stable et lent. Le paramètre trend, indiquant l'effet de changement technologique sur l'output, a été estimé comme étant négatif, plusieurs raisons l'expliquent : les ports sont surcapacitaires, la logique d'investissement diffère d'une région à l'autre, le système *hub & spoke*, le ratio de transbordement, les mécanismes d'investissement entre autres ont été abordés. Nous avons mis en évidence les élasticités partielles de production des

ports, la variation en matière de l'input en linéaire de quai influence significativement l'output des ports.

D'un côté, les performances économiques des ports en termes d'efficacité technique ressortent stables et constantes pour tous les ports, indiquant une amélioration de la demande pour l'ensemble des ports de l'étude dans le cadre du modèle à effets *endogènes* dans lequel nous avons testé la variable du commerce comme faisant partie des inputs. D'un autre côté, le modèle à effets *exogènes* paraît très sensible à l'effet de changement technologique, permettant d'évaluer les différentes stratégies menées par les ports quant à l'acquisition ou le renouvellement du capital technique. La relation entre investissement et efficacité a un sens dans le modèle à effets *exogènes*, quand la demande augmente, l'efficacité augmente, le port mène des projets d'expansion, en conséquence, l'efficacité baisse, certains ports ont généré des capacités sans en avoir une demande suffisante par conséquent leurs scores d'efficacité ont dû baisser.

Nous avons abordé et discuté des typologies et stratégies d'investissement que nous avons qualifié par : stratégie de leader, stratégie de suiveur, stratégie de modération, stratégie de rationalisation de ressources et stratégie du simple participant. Enfin, dans ce chapitre nous avons mené une évaluation au niveau des ports à conteneurs. L'influence du management des terminaux à conteneurs qui principalement forment ces ports ne peut être omise, faute de quoi cette évaluation reste incomplète. L'évaluation au niveau des terminaux à conteneurs semble, à nos yeux, nécessaire pour une meilleure compréhension de la performance économique de l'industrie portuaire.

CHAPITRE IV.

**MESURE DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE ET
D'ÉCHELLE DES PRINCIPAUX TERMINAUX À
CONTENEURS DE LA MÉDITERRANÉE ET DE
TANGER-MED.**

Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons évalué la performance économique pour 22 ports de la Méditerranée, dont Tanger-Med. Dans ce chapitre nous allons évaluer la performance économique de 33 terminaux à conteneurs du bassin méditerranéen des mêmes ports discutés.

Nous optons pour la méthode DEA (*data Envelopment Analysis*) pour notre évaluation de performance des terminaux, les données sont de type : coupe transversale (*cross sectionnel data*), la tâche de collecte de donnée était beaucoup moins pénible que pour les données de panel (données de plusieurs années) puisqu'elles ne concernent qu'une seule année. Bien qu'un port soit constitué physiquement des terminaux qui le composent, le port est différent du terminal de par les nombreuses organisations qui en interagissent au niveau de port (autorité, agents, douane, etc.) (Cullinane et Song 2003, 2006). Actuellement, la distinction entre port et terminal peut se faire principalement sur la base des finalités et objectifs poursuivis (Gonzalez, et Turjillo 2008).

La création d'un port répond à un nombre d'objectifs économiques du pays qui l'abrite : Développement régional et industriel, création d'emploi, intégration économique, etc. (voir section I, chapitre II), par contre, un terminal à conteneurs est généralement occupé par des opérateurs portuaires globaux dont la quête à la maximisation du profit caractérise leur principale finalité.

Dans les deux dernières décennies, le système *hub & spoke* a modifié la donne, plusieurs *hubs* (*transshipment*) ont vu le jour, les opérateurs portuaires s'engagent désormais dans de lourds investissements. Le transbordement a beaucoup augmenté le trafic *throughput* pour l'industrie maritime, en conséquence, les capacités s'en sont hissées. Les transporteurs choisissent les terminaux qui offrent des services de bonne qualité plutôt qu'un terminal géographiquement bien placé.

D'un côté, le rôle de l'autorité portuaire est de plus en plus prépondérant, elle ne peut plus se contenter des missions d'un simple agent de contrôle, elle forme désormais un *partenaire business* des opérateurs portuaires. (Unctad Secretariat 1998)¹⁰⁸, de l'autre, les opérateurs

¹⁰⁸ Guidelines for Port Authorities and Governments on the privatization of port facilities, UNCTAD, 1998.

portuaires partagent la responsabilité quant au développement de l'infrastructure portuaire. Cet ensemble de raisons rend nécessaire de porter intérêt sur les terminaux à conteneurs, objet de ce deuxième chapitre et de jeter la lumière sur ses mécanismes.

En effet, il existe plusieurs manières de distinctions entre les terminaux à conteneurs, en autres : la propriété (*ownership*), la spécialisation, catégorie du terminal *transbordement/gateway*.

Un terminal est peut-être de propriété privée ou publique, pourtant la ligne de démarcation est floue, même dans le cas où le terminal est de propriété publique, certains services peuvent être sous-traités à des organismes privés (Liu 1995, Cullinane 2002).

Il existe deux types de terminaux : des terminaux spécialisés dans le conteneur, dans ce cas le contrat de concession prévoit que le terminal est de type *dédié* ou de *commun user*, comme second type, le terminal est peut-être multi-usage (appelé également multifonctionnel ou multiservice : break-bulk, general-cargo, pétrolier, RORO et passagers, conteneur).

Pour certains ports le transbordement constitue la principale activité, pour d'autres, le trafic est local (*gateway*) comme déjà avancé dans le chapitre précédent.

Nous comptons dans ce chapitre examiner dans la première section la performance économique des terminaux en prenant en considération le facteur exogène du transbordement ou *gateway*.

Dans la deuxième section, nous évaluerons les efficacités à l'échelle des ports et des terminaux (*benchmark*), nous comparerons les résultats de la performance économique dans les ports et les terminaux, et nous mettons en évidence les différentes politiques et régulations de compétitivités des ports et terminaux dans la Méditerranée.

Dans la dernière section, nous aborderons le concept de la performance opérationnelle, dans le cadre de la méthode UNCTAD, en présentant un cas empirique du port Tanger-Med.

SECTION I : Évaluation et benchmark de la performance économique des terminaux à conteneurs

A. Description des données :

La construction des bases de données est une tâche pénible notamment quand il s'agit des données de Panel. Les journaux spécialisés à l'instar de *Drewry Maritime Research* ou *Containerisation International Yearbook* offrent des statistiques très intéressantes, mais leurs articles sont très couteux, ces sources sont réputées fiables pour l'industrie maritime. Les professionnels s'en basent dans la prise de décisions de haut niveau.

Hormis les données de flux evp des conteneurs (*throughput*) qui sont quand même disponibles, il n'est pas évident de se procurer les informations qui touchent au changement du capital technique, nous avons préparé ces informations à partir de plusieurs sources que nous notons fiables et consistantes : magazines spécialisés, sites et *press release* des autorités portuaires. La consistance des données est entretenue dans le sens où les magazines *Port Strategy* et *Drewry* usurpent les données de *Containerisation International Yearbook*, qui collectent officiellement les données des autorités portuaires.

Nous gardons plus ou moins la même logique pour les ports, la mesure de "*sanction de l'usage*" est toujours le mouvement des conteneurs en *équivalent vingt pieds*, nous choisissons pour les inputs: le linéaire de quai, la capacité de *yard* et le nombre des portiques respectivement.

Nous avons pris en considération précisément ces quatre variables dans la mesure où les opérateurs portuaires s'impliquent souvent dans leurs investissements, ce sont souvent les opérateurs portuaires qui procèdent à l'achat des équipements dans ce cas les portiques et les grues de *yard*, bien que les grues de *yard* ne figurent pas directement en tant qu'input, ils entrent en jeu dans la détermination de la capacité du terminal¹⁰⁹.

¹⁰⁹ Les équipements de la cour du terminal (dit *yard*) disposent de capacité de gerbage différente l'un l'autre, cela implique que la configuration ainsi que la capacité du terminal changent avec le choix des équipements, un RTG (*Rubber-Tire Gantry Crane*) atteint 5 niveau de haut et 7 cellules horizontales en bas (*rows*) plus la voie de camion, alors qu'un SC (*Straddle Carrier*) atteint 3 niveau de haut avec seulement une cellule (*row*) sans voie pour camion parce que cet équipement occupe les deux fonctions gerbage et transport horizontal, un SC nécessite, dès lors, de large espace qu'un RTG. D'autres équipements plus

En plus de ces deux variables, nous avons considéré le linéaire de quai et l'aire de terminal en hectare. Ces deux variables sont cruciales pour l'activité des terminaux à conteneurs.

Nous récapitulons la spécification des variables du modèle dans le tableau 33 :

Tableau 33 : Spécification des variables pour les TC

<i>Output</i>	<i>y</i>	<i>throughput</i>
<i>Inputs</i>	<i>x1</i>	<i>Berth Lenght</i>
	<i>x2</i>	<i>area (ha)</i>
	<i>x3</i>	<i>Storage</i>
	<i>x4</i>	<i>Quay crane nbr</i>
<i>exogenous factor</i>	<i>z</i>	<i>Transshipment/gateway</i>

Nous présentons dans le tableau ci-après les statistiques descriptives pour nos variables :

Tableau 34 : Statistiques descriptives des TC

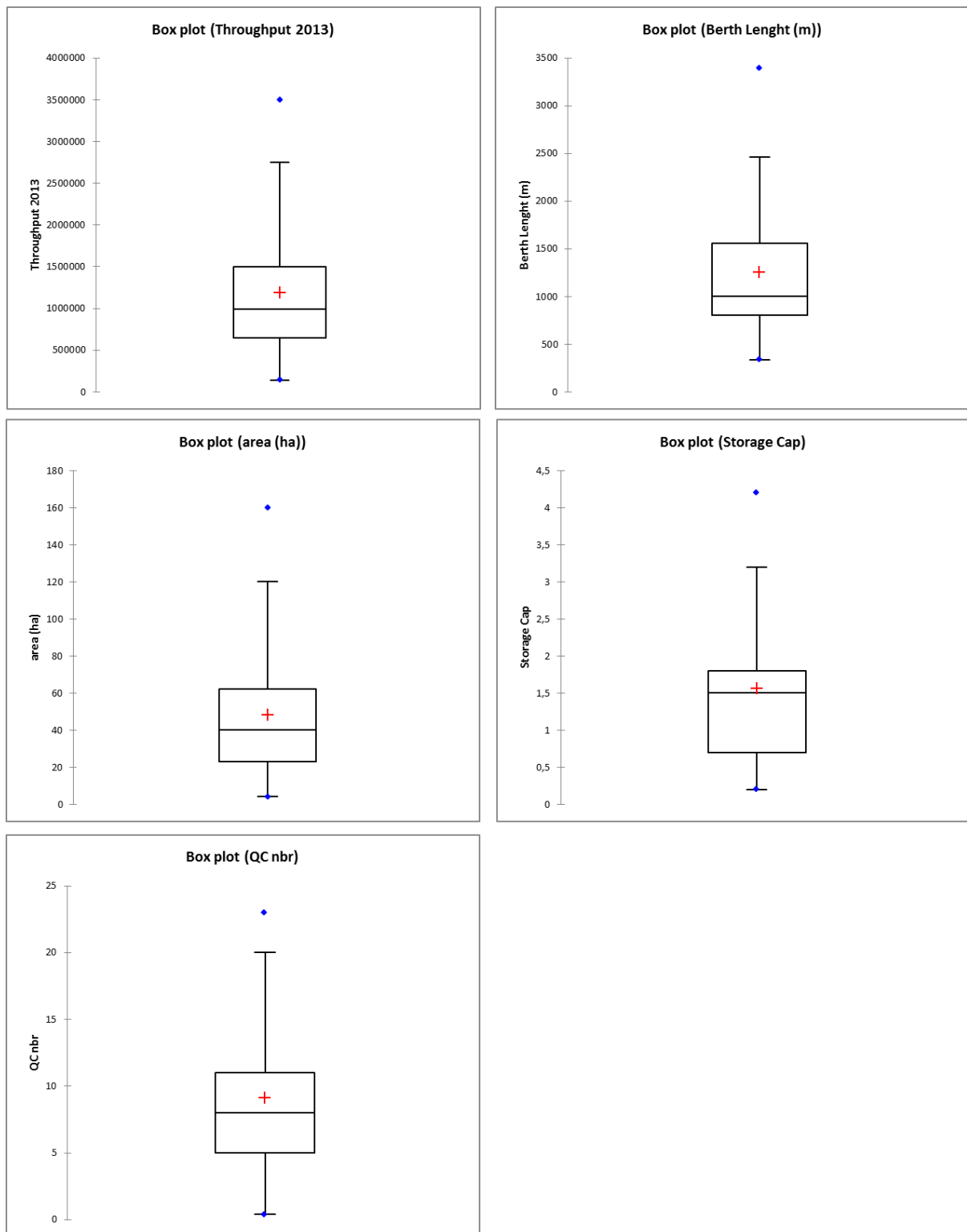
Statistique	y	x1	x2	x3	x4
	Throughput 2013	Berth Lenght (m)	area (ha)	Storage Cap	QC nbr
Nb. d'observations	33	33	33	33	33
Minimum	140000,000	337,000	4,200	0,200	0,400
Maximum	3500000,000	3391,000	160,000	4,200	23,000
Amplitude	3360000,000	3054,000	155,800	4,000	22,600
Moyenne	1183972,485	1248,606	48,076	1,558	9,127
Écart-type (n-1)	926934,077	660,774	36,155	1,076	6,234
Coefficient de variation	0,771	0,521	0,741	0,680	0,673
Asymétrie (Fisher)	1,188	1,262	1,379	1,026	0,771

Nous observons que les coefficients d'asymétrie de Fisher étant significativement positifs, l'étalement est à droite pour toutes les variables des terminaux, donc l'échantillon est caractérisé par une distribution où les petites et moyennes valeurs sont majoritaires. Autrement dit, les terminaux sont de moyenne taille quant aux variables discutées.

Un coefficient de variation supérieur à 15% indique que la distribution de cet échantillon n'est pas homogène, ce coefficient est nettement supérieur à 0.15 pour toutes les variables, la moyenne n'est pas alors un bon indicateur de tendance centrale, pour notre échantillon la médiane est préférable dans ce cas de figure.

sophistiqués sont désormais mis en œuvre dans nombre de terminaux comme par exemple un RMG (*Rubber Mobile Gantry Crane*) dont la capacité est beaucoup plus supérieure mais exigeant en superficie.

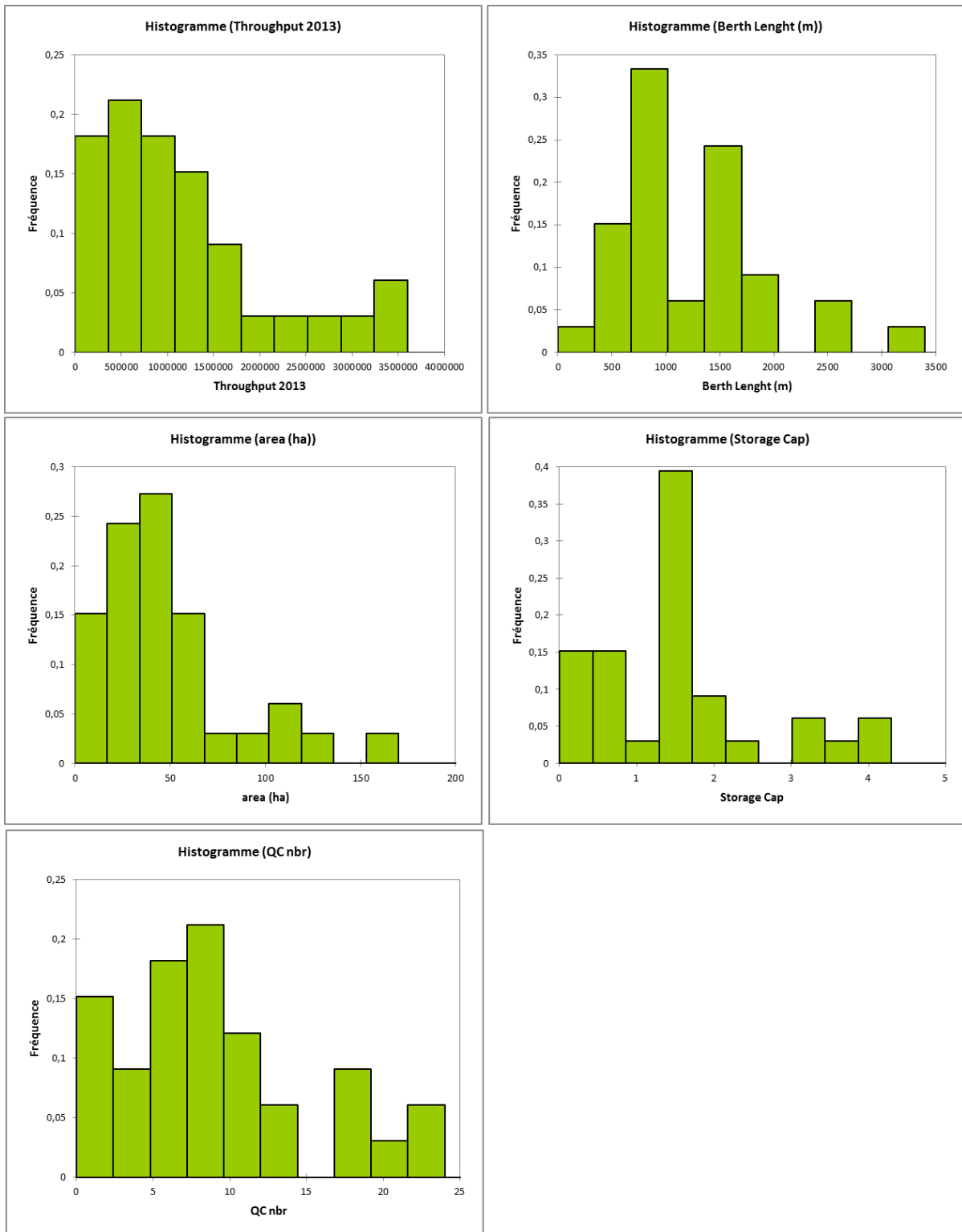
Figure 40 : Les boîtes à moustaches (ou diagrammes de Tuckey) des TC



La visualisation ci-haut des boîtes à moustaches représente l'étalement à droite des variables discutées.

Dans les graphiques suivants, l'axe des ordonnées représente les fréquences des différentes variables, l'axe des abscisses représente les valeurs des variables sélectionnées, séparé en intervalles.

Figure 41 : Graphiques des variables sélectionnées au niveau des TC



L'examen des corrélations existantes entre variables montre une forte relation entre les variables indépendantes et la variable dépendante. Le tableau 35 comprend ces coefficients de corrélation :

Tableau 35 : Matrice de proximité (coefficient de corrélation de Pearson)

	Throughput 2013	Berth Length (m)	area (ha)	Storage Cap	QC nbr
Throughput 2013	1	0,769	0,690	0,919	0,871
Berth Length (m)	0,769	1	0,819	0,832	0,855
area (ha)	0,690	0,819	1	0,772	0,745
Storage Cap	0,919	0,832	0,772	1	0,887
QC nbr	0,871	0,855	0,745	0,887	1

Parmi les inputs au niveau des terminaux, la capacité de stockage présente le plus fort lien avec l'output, suivi du facteur nombre de grues de quai, linéaire de quai et aire de stockage respectivement.

Les données du facteur exogène pour les terminaux concernent des données qualitatives. Un terminal opère dans l'activité des conteneurs en transbordement et/ou dans l'activité des conteneurs en transit local.

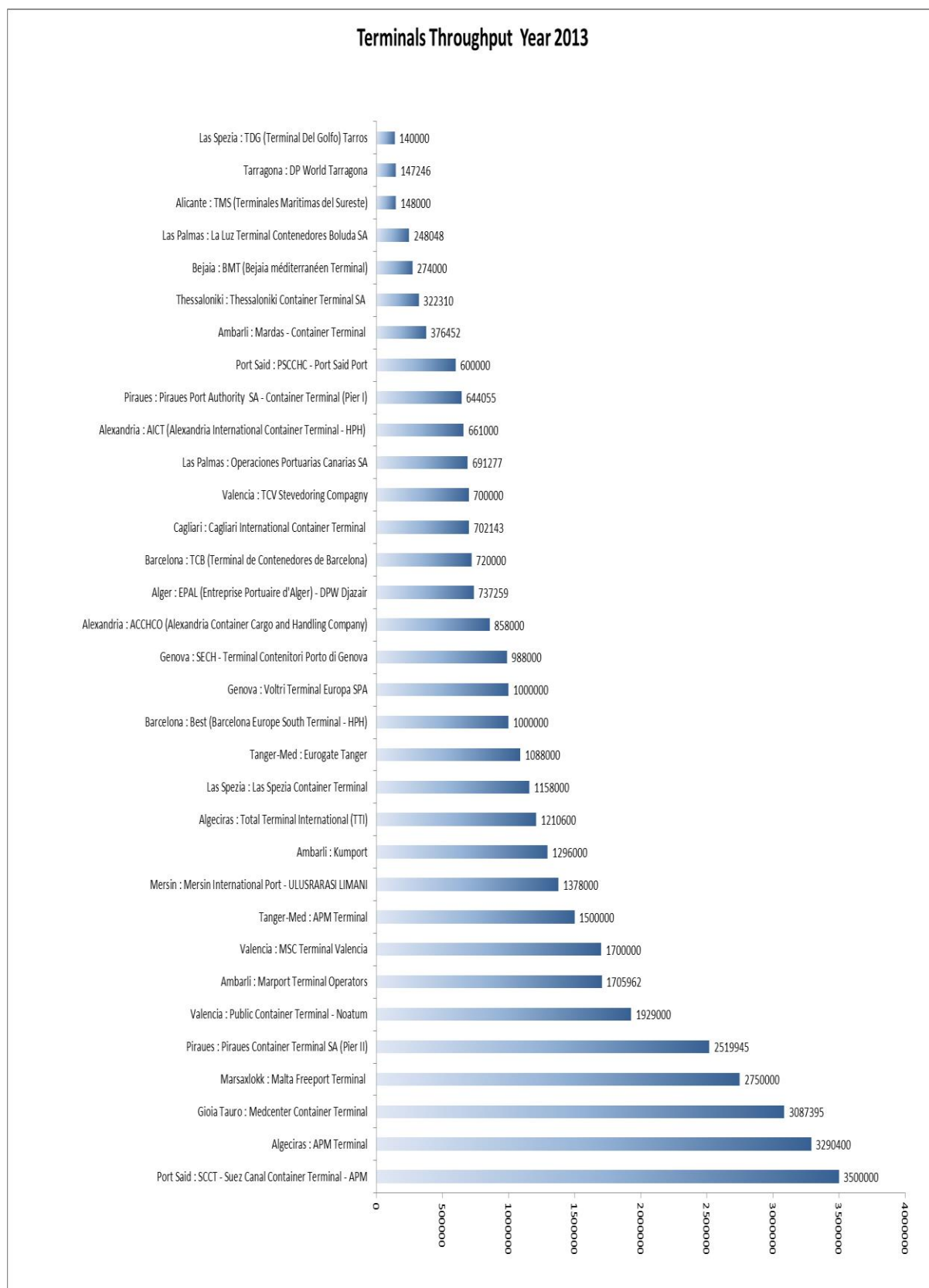
Nous présentons un extrait des données des terminaux dans le tableau suivant (tableau 36) :

Tableau 36 : Trafic evp des TC de l'étude

Port	Terminal	N° of terminal	Throughput 2013
Tanger-Med	APM Terminal	1	1500000
Tanger-Med	Eurogate Tanger	2	1088000
Algésiras	APM Terminal	3	3290400
Algésiras	Total Terminal International (TTI)	4	1210600
Valencia	MSC Terminal Valencia	5	1700000
Valencia	Public Container Terminal - Noatum	6	1929000
Valencia	TCV Stevedoring Compagny	7	700000
Tarragona	DP World Tarragona	8	147246
Las Palmas	Operaciones Portuarias Canarias SA	9	691277
Las Palmas	La Luz Terminal Contenedores Boluda SA	10	248048
Alicante	TMS (Terminales Maritimas del Sureste)	11	148000
Barcelona	TCB (Terminal de Contenedores de Barcelona)	12	720000
Barcelona	Best (Barcelona Europe South Terminal - HPH)	13	1000000
Alger	EPAL (Entreprise Portuaire d'Alger) - DPW Djazair	14	737259
Bejaia	BMT (Bejaia méditerranéen Terminal)	15	274000
Alexandrie	ACCHCO (Alexandria Container Cargo and Handling Co)	16	858000
Alexandrie	AICT (Alexandria International Container Terminal - HPH)	17	661000
Port Said	SCCT - Suez Canal Container Terminal - APM	18	3500000
Port Said	PSCCHC - Port Said Port	19	600000
Mersin	Mersin International Port - ULUSRARASI LIMANI	20	1378000
Ambarli	Mardas - Container Terminal	21	376452
Ambarli	Marport Terminal Operators	22	1705962
Ambarli	Kumport	23	1296000
Genova	SECH - Terminal Contenitori Porto di Genova	24	988000
Genova	Voltri Terminal Europa SPA	25	1000000
Las Spezia	Las Spezia Container Terminal	26	1158000
Las Spezia	TDG (Terminal Del Golfo) Tarros	27	140000
Cagliari	Cagliari International Container Terminal	28	702143
Gioia Tauro	Medcenter Container Terminal	29	3087395
Piraeus	Piraeus Container Terminal SA (Pier II)	30	2519945
Piraeus	Piraeus Port Authority SA - Container Terminal (Pier I)	31	644055
Thessaloniki	Thessaloniki Container Terminal SA	32	322310
Marsaxlokk	Malta Freeport Terminal	33	2750000

Nous trions le trafic des terminaux d'une manière ascendante dans la figure suivante :

Figure 42 : Classement des TC par trafic



Suez Canal Container Terminal (et Apm) du port Saïd et *APM Terminal* d'Algésiras et *Med Centre Container Terminal* de Gioia Tauro sont les plus grands terminaux de la région avec un volume dépassant de 3 millions evp. *Terminal Del Golfo* du port de Las Spezia, *DP World* de Tarragona et *Terminales Maritimas del Sureste* du port d'Alicante sont des terminaux de petite taille de la région méditerranéenne.

Les terminaux d'Annaba et de Rades dont la gestion est confiée au domaine public portuaire représentent le port lui-même, donc nous les avons exclus de la liste.

A Tanger-Med, *APM terminal* et *Eurogate Tanger SA* sont présents dans l'enceinte portuaire, les deux terminaux comptent parmi la présence des grands opérateurs portuaires: Les gourous Maersk, CMA-CGM et MSC font figure. Ce sont des terminaux de grande et de moyenne taille, 1.500.000 evp et 1.000.000 evp pour APM et Eurogate, respectivement. (*throughput 2013*).

B. Définition du modèle *Data Envelopment Analysis*

La présente section décrit le Modèle DEA pour notre échantillon des terminaux. Bien que le choix de la méthode, SFA ou DEA, dépende de la connaissance qu'on a sur la technologie, le choix reste souvent arbitraire.

Généralement, les industriels disposent d'une connaissance assez nette sur la technologie utilisée, dans le domaine des services, l'identification de la technologie n'est pas assez claire. Nous avons considéré l'activité portuaire comme une industrie plutôt que service, l'un des objectifs de cette thèse, c'était d'appliquer la méthode SFA, rarissime usée dans le domaine portuaire.

En revanche, dans cette section, nous tenterons de diversifier la méthode dans l'approche des frontières de production. Pour se faire, nous envisageons de mettre en œuvre la méthode DEA. En plus de sa simplicité, cette méthode est très commune, comme elle permet de

mesurer les efficacités à l'échelle. Nous allons déterminer si les terminaux opèrent à leurs tailles¹¹⁰ optimales?! La méthode DEA nous semble plus adéquate.

La méthode DEA est une approche non paramétrique, contrairement, à l'approche du maximum de vraisemblance ou de frontière stochastique, qui sont des approches paramétriques. A l'aide de la programmation linéaire, les inputs et outputs sont utilisés pour estimer une enveloppe des meilleures pratiques ou frontière des unités efficaces. La méthode DEA ne requiert aucune spécification de la forme fonctionnelle.

Les données des terminaux sont des données transversales, le benchmark concerne une seule et même année de référence.

Nous comptons développer le modèle des rendements d'échelle variable (Banker et al 1984)¹¹¹ en faisant l'hypothèse que les terminaux n'opèrent pas à leurs tailles optimales. Nous avons spécifié le modèle par une orientation vers l'output que nous trouvons approprié pour l'industrie des terminaux¹¹², le management peut intervenir au niveau output en mettant en œuvre des stratégies commerciales alors que les inputs sont difficilement modifiables. Autrement dit, les décideurs exercent un pouvoir de gestion sur l'output en cherchant à maximiser la prestation, on dit que les objectifs des décideurs sont souvent orientés vers la prestation.

Nous présentons ci-dessous les modèles mathématiques (voir section I chapitre III). En suivant la notation retenue par Johnes (2004), l'efficacité correspond à:

$$TE_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$$

¹¹⁰ Nous précisons le concept de la taille, il est pris en charge soit dans l'optique output, la taille se réfère alors au trafic du port ou terminal, soit dans l'optique input, la taille se réfère dans ce cas aux multiples inputs qui la compose

¹¹¹ Ce modèle est connu sous le vocable du modèle BCC (*Banker, Charnes & Cooper*).

¹¹² Les opérateurs portuaires et leurs divers enjeux permettent de différencier l'industrie des terminaux de l'industrie portuaire.

Où :

TE_k : L'efficacité technique du DMU k utilisant "m" inputs pour la production de "s" output

y_{rk} : quantité d'output "r" produit par terminal k

x_{rk} : quantité d'input "i" consommé par terminal k

u_r : symbolise le poids de l'output "r"

v_i : symbolise le poids de l'input "i"

s : est le nombre d'outputs

m : est le nombre d'inputs

Modèle VRS, orientation vers l'output : Équation primale

Minimiser $\sum_{i=1}^n v_i x_{is} - c_s$

Sous contraintes :

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - \sum_{k=1}^m u_k y_{kj} - c_s \geq 0 \quad k = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^m u_k y_{ks} = 1$$

$$u_k, v_i > 0 \quad \forall k = 1, \dots, m ; i = 1, \dots, n$$

Modèle VRS, orientation vers l'output : Équation duale

Maximiser ϕ_k

Sous contraintes :

$$\phi_k y_{rk} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \leq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n$$

Modèle VRS, orientation vers l'output : Équation duale avec slacks

Maximiser $\phi_k + \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r + \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i$

Sous contraintes

$$\phi_k y_{rk} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r = 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j; s_r; s_i \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

Où :

$1/\phi_k$: représente l'efficacité technique du DMU k

λ_j : représente le poids associés aux inputs et outputs de DMU j

s_r : représente le slack de l'output

s_i : représente le slack de l'input

ε : valeur plus petite que n'importe quel nombre réel positif, ε est supérieur à 0

C. Résultats d'estimation et analyse de la performance des terminaux

1. Critères d'évaluation et interprétation

Après avoir défini le modèle DEA, nous allons présenter et discuter les résultats de notre évaluation de performance économique des terminaux. Nous décortiquons la performance en termes de l'efficacité technique pure, l'efficacité d'échelle et l'efficacité globale.

D'après les données des terminaux de la Méditerranée à notre disposition, en moyenne, chaque terminal produit 1.184.000 evp avec 1249 mètres en linéaire de quai, 48 hectares en superficie, 2 millions evp comme capacité de stockage et 9 portiques.

Quant au facteur exogène, nous avons identifié 14 terminaux ayant comme activité principale, le transbordement, le reste, 19 terminaux sont des terminaux *gateway*. À ce stade, nous précisons que nous étions contraints de considérer une seule option pour chaque terminal, soit

transbordement soit *gateway*, or un terminal peut opérer dans les deux catégories. Afin de rendre plus robuste le critère, nous avons utilisé l'astuce de prendre en compte une période assez importante de dix ans d'activité, nous avons considéré alors l'activité dans laquelle le terminal a opéré pour longtemps. Cette astuce fonctionne parfaitement dans la majorité des cas, mais cela n'empêche que pour certains terminaux l'activité était divisée plus ou moins à moitié pour toute la période, dans ce cas, l'activité dont le pourcentage est en faveur même légèrement est prise en compte.

Les résultats dans cette section sont mis en œuvres par le programme Win4Deap¹¹³.

Nous reprenons les différentes hypothèses à titre de rappel, notre modèle est orienté output pour l'ensemble de raisons précitées. Le calcul des scores d'efficacité se fera sous hypothèse d'échelle à rendement variable dans la mesure où les terminaux n'opèrent pas à leurs tailles optimales. L'efficacité totale qui correspond à l'efficacité calculée sous hypothèse de rendement d'échelle constant (CRSTE), est décomposée en une mesure d'efficacité pure (sous hypothèse de rendement variable) (VRSTE) et en une mesure d'efficacité d'échelle (*SCALE efficiency*)¹¹⁴.

Il existe 3 critères d'évaluation du rendement d'échelle (croissant, décroissant et constant) :

- Les terminaux associés à IRS (*Increasing Return to Scale*) évoluent dans une situation de rendement d'échelle croissant, c'est-à-dire quand la production d'output augmente de 1%, cela implique une diminution de 1% dans la consommation moyenne des ressources. On dit que le terminal profite des effets d'économie d'échelle. Le ratio de productivité augmente avec la taille.
- Les terminaux associés à DRS (*decreasing Return to Scale*) évoluent dans une situation de rendement d'échelle décroissant, une augmentation dans la production d'output de 1% implique une augmentation de plus de 1% dans la consommation moyenne des ressources. On dit que le terminal opère dans une situation de

¹¹³ Une revue des logiciels DEA orientés vers l'utilisateur, est disponible chez Barr (2004). Il existe des logiciels en libre accès et d'autres à titre commerciaux. Le solveur d'Excel est peut-être modélisable pour le calcul des scores d'efficacité.

¹¹⁴ Le modèle, si exécuté sous hypothèse CRS au lieu de VRS, obtient un seul type de scores d'efficacité TE (efficacité technique), qui correspondent aux scores CRSTE dans le modèle sous hypothèse rendement d'échelle variable.

déséconomies d'échelle. Ainsi une diminution dans la production d'output se traduit par une réduction de la consommation moyenne des ressources.

- Les terminaux associés à un tiret dans le programme correspondent aux terminaux qui opèrent à leurs tailles optimales (*Constant Return to Scale*), ne profitant de nulle situation d'économie d'échelle. La production de 1% d'output implique une variation proportionnelle dans la consommation des ressources de 1%.

L'évaluation à l'échelle est cruciale dans la mesure où les implications managériales sont fortes. La méthode DEA est une technique de *benchmarking* qui renseigne beaucoup sur la marge d'amélioration des organisations, c'est un outil robuste d'aide à la décision.

Il est à noter que le calcul des scores d'efficacité à l'échelle ne fonctionne qu'avec le modèle basique c'est-à-dire le modèle dont nous évaluons l'*output* du terminal en termes des seuls inputs sans une considération des facteurs exogènes.

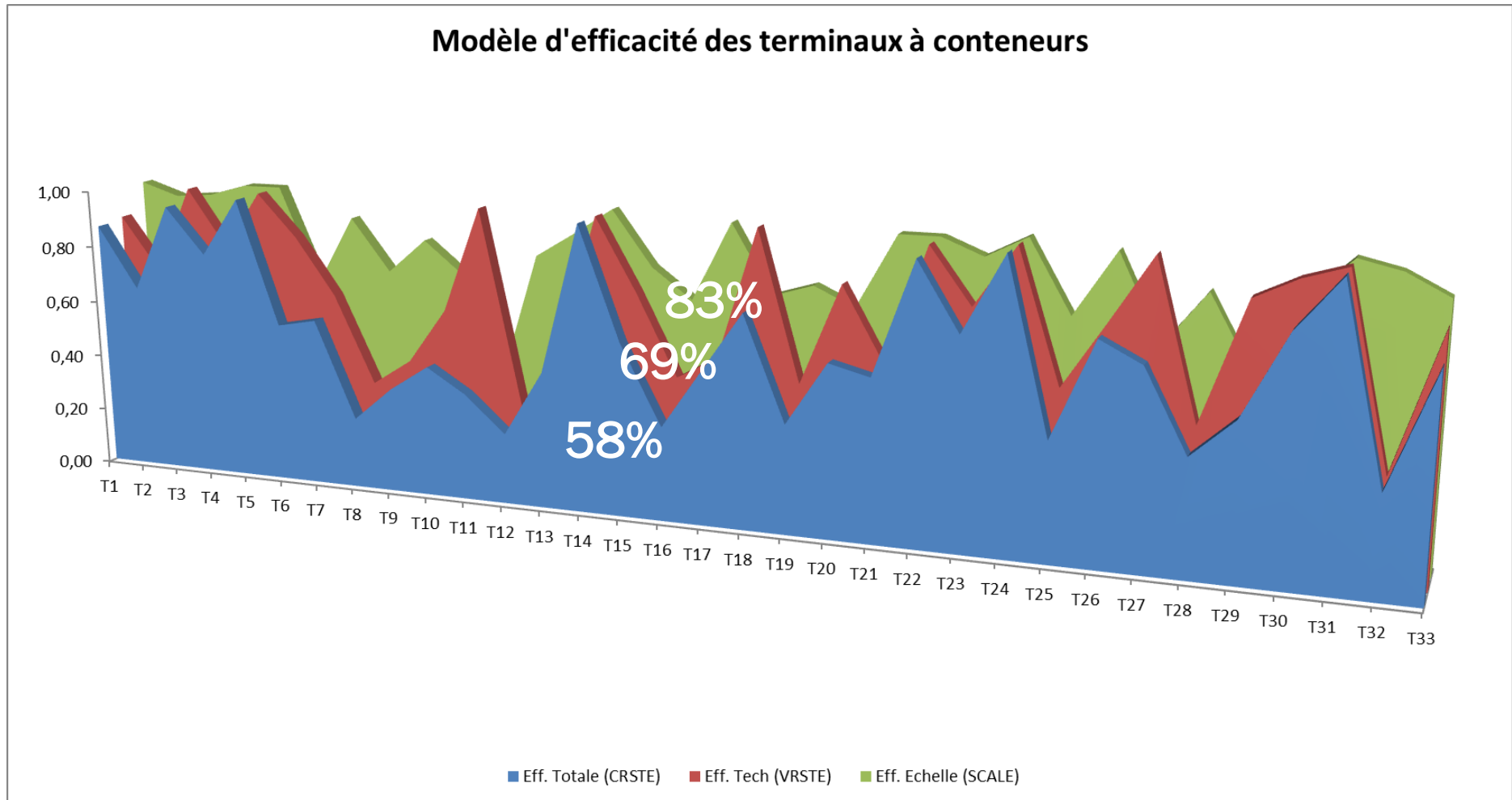
Dans le tableau 37, nous affichons les résultats individuels des terminaux en faisant référence au modèle (modèle 4) sous hypothèse de rendement variable :

Tableau 37 : Sommaire d'efficacité des terminaux à conteneurs (totale, technique, d'échelle)

N° Terminal	Port	Terminal	Eff. Eco crste	Eff. Tech vrste	Eff. Echelle scale	Nature de rendement d'échelle
1	Tanger-Med	APM Terminal	0.87	0.881	0.987	drs
2	Tanger-Med	Eurogate Tanger	0.653	0.692	0.944	drs
3	Algésiras	APM Terminal	0.957	1	0.957	drs
4	Algésiras	Total Terminal International (TTI)	0.796	0.798	0.998	drs
5	Valencia	MSC Terminal Valencia	1	1	1	-
6	Valencia	Public Container Terminal - Noatum	0.562	0.851	0.661	drs
7	Valencia	TCV Stevedoring Compagny	0.59	0.652	0.905	drs
8	Tarragona	DP World Tarragona	0.248	0.344	0.722	irs
9	Las Palmas	Operaciones Portuarias Canarias SA	0.368	0.436	0.844	drs
10	Las Palmas	La Luz Terminal Contenedores Boluda SA	0.46	0.629	0.731	irs
11	Alicante	TMS (Terminales Maritimas del Sureste)	0.374	1	0.374	irs
12	Barcelona	TCB (Terminal de Contenedores de Barcelona)	0.248	0.303	0.818	drs
13	Barcelona	Best (Barcelona Europe South Terminal - HPH)	0.478	0.528	0.906	drs
14	Alger	EPAL (Entreprise Portuaire d'Alger) - DPW Djazair	1	1	1	-
15	Bejaia	BMT (Bejaia méditerranéen Terminal)	0.605	0.749	0.808	irs
16	Alexandrie	ACCHCO (Alexandria Ctr Cargo and Handling Co)	0.329	0.466	0.705	drs
17	Alexandrie	AICT (Alexandria International Container- HPH)	0.536	0.546	0.982	drs
18	Port Said	SCCT - Suez Canal Container Terminal - APM	0.742	1	0.742	drs
19	Port Said	PSCCHC - Port Said Port	0.38	0.482	0.787	drs
20	Mersin	Mersin International Port - ULUSRARASI LIMANI	0.599	0.83	0.722	drs
21	Ambarli	Mardas - Container Terminal	0.564	0.576	0.98	irs
22	Ambarli	Marport Terminal Operators	0.962	0.981	0.981	drs
23	Ambarli	Kumport	0.729	0.788	0.925	drs
24	Genova	SECH - Terminal Contenitori Porto di Genova	1	1	1	-
25	Genova	Voltri Terminal Europa SPA	0.411	0.547	0.751	drs
26	Las Spezia	Las Spezia Container Terminal	0.751	0.77	0.975	drs
27	Las Spezia	TDG (Terminal Del Golfo) Tarros	0.679	1	0.679	irs
28	Cagliari	Cagliari International Container Terminal	0.402	0.465	0.864	drs
29	Gioia Tauro	Medcenter Container Terminal	0.534	0.882	0.605	drs
30	Piraeus	Piraeus Container Terminal SA (Pier II)	0.821	0.954	0.861	drs
31	Piraeus	Piraeus Port Authority SA - Contr Term (Pier I)	1	1	1	-
32	Thessaloniki	Thessaloniki Container Terminal SA	0.348	0.359	0.968	irs
33	Marsaxlokk	Malta Freeport Terminal	0.748	0.835	0.896	drs
mean			0,58	0,69	0,83	

Note: crste = technical efficiency from CRS DEA
vrste = technical efficiency from VRS DEA
scale = scale efficiency = crste/vrste

Figure 43 : Efficacité totale, technique et d'échelle des TC



En moyenne, les terminaux obtiennent les scores d'efficacité suivants :

- 58% pour efficacité totale (CRSTE) : au total, les terminaux peuvent maximiser leurs outputs de 42% (100 - 58) tout en maintenant le même nombre des inputs.
- 69% pour efficacité technique (VRSTE) : une meilleure gestion des terminaux à conteneurs permet une augmentation de la production (en evp) de 31% en gardant le même nombre des inputs (infrastructure et équipement). On dira que 31% représentent le manque à gagner du secteur des terminaux pour ce niveau des inputs (linéaire, superficie, capacité et nombre des portiques).
- 83% pour efficacité d'échelle (SCALE) : les opérateurs des terminaux, en ajustant leurs tailles, peuvent améliorer leurs prestations (*throughput* en evp) de 17% avec le même nombre des inputs.

2. Les terminaux opèrent à des échelles décroissantes

Nous détaillons spécifiquement le résultat individuel de 3 terminaux de l'échantillon, dont un terminal de Tanger-Med. Nous commentons soigneusement les tableaux de résultats de chacun de ces terminaux. Les terminaux sont choisis à titre arbitraire, mais en veillant avec minimum à la différenciation en termes de la performance evp, ces terminaux sont les suivants

Tableau 38 : Les trois TC sélectionnés pour l'analyse de l'efficacité d'échelle

N° Terminal	Port	Terminal	Rendement d'échelle	Performance evp
2	Tanger-Med	Eurogate Tanger	drs	1088000
29	Gioia Tauro	Medcenter Container Terminal	drs	3087395
32	Thessaloniki	Thessaloniki Container Terminal SA	irs	322310

2.1 Eurogate Terminal (Rendement décroissant à l'échelle)

Le terminal Eurogate Tanger SA du port Tanger-Med a une efficacité pure 69% et une efficacité d'échelle de 94%. Elle évolue dans une situation de rendement d'échelle décroissant (DRS). Une meilleure gestion du terminal optimisera la production de 31% avec le même niveau des inputs. En ajustant la taille, le terminal Eurogate Tanger peut gagner 6% d'augmentation de sa production evp.

Tableau 39 : Sommaire des projections du terminal Eurogate Tanger SA

PROJECTION SUMMARY:

variable	original	radial	slack	projected
output	1088000.00	484263.92	0.00	1572263.92
input 1	810.00	0.00	0.00	810.00
input 2	40.00	0.00	-7.60	32.40
input 3	1.30	0.00	0.00	1.30
input 4	8.00	0.00	-0.02	7.98

Nous rappelons, le terminal Eurogate Tanger produit 1.088.000 evp avec 810 mètres de quai, 40 hectares de superficie, 1.3 million evp en capacité et 8 portiques. Cependant le terminal avec la même quantité des inputs peut porter sa production jusqu'aux 1.572.263,92 evp, avec un mouvement radial de 48.4263,92. Nous observons que l'input 2, celui de la superficie, présente, un mouvement *slack* de -7.60 c'est-à-dire 32.40 mètres aurait été la superficie optimale (40 - 7.60). L'input 4 doit effectuer aussi un mouvement *slack* c'est-à-dire sur la même frontière de -0.02, le nombre adéquat des portiques doit donc être réduit à 7.89.

L'augmentation de la production équivaut bien à 45% (Mouvement radial/valeur d'origine = 484263,92/1088000,00). Pour être efficace, le terminal Eurogate Tanger doit réduire les inputs 2 et 4 de 19.01% et 0.3% respectivement.

Les résultats de cette évaluation identifient les pairs benchmarks de chaque terminal, un poids est associé à chaque pair, le poids correspond à l'importance relative du pair au sein de l'échantillon. Le résultat de l'évaluation d'Eurogate Tanger a identifié les terminaux 24, 3 et 5 comme pairs benchmark du Terminal Eurogate Tanger SA (tableau 40).

Tableau 40 : Benchmarks du terminal Eurogate Tanger

peer	terminal benchmark	lambda weight
24	SECH - Terminal Contenitori Porto di Genova	0.447
3	Algeciras - APM Terminal	0.120
5	MSC Terminal Valencia	0.433

A cet égard, le terminal Eurogate Tanger doit être comparé avec un terminal virtuel composé de 44.7% du terminal SECH d'Italie, de 12% du terminal APM Algésiras de l'Espagne et de 43.3% du terminal MSC Valencia de l'Espagne, ce terminal n'existe pas en réalité.

En effet, la meilleure évaluation du terminal Eurogate Tanger est de se comparer par rapport à ces trois benchmarks, en ordre décroissant du poids lambda c'est-à-dire des terminaux SECH Genova, MSC Valencia et APM Algésiras, respectivement. Idéalement, le terminal Eurogate pourrait analyser soigneusement les *best practices* du terminal présentant la valeur lambda la plus élevée, dans ce cas, celle du terminal SECH de Genova.

A la lecture des informations du terminal SECH, vraisemblablement ledit terminal présente la meilleure combinaison inputs pour une telle production d'à peu près 1.000.000 evp. Une analyse profonde du terminal Eurogate fait montrer qu'en réalité le terminal souffre d'une obliquité du bassin, la profondeur du quai renseigne beaucoup sur la source du manque à gagner, son bassin dont la profondeur varie de -16 mètres à -12 mètres en raison de la présence la roche montagneuse empêche le terminal à augmenter sa productivité (du côté montagne), mais est-ce la seule explication? La réponse est bien non! Le terminal doit déployer des efforts en matières commerciales, revoir les contrats de ses différents clients dans le but d'optimiser le trafic des *feeders*, ces navires peuvent accoster à une profondeur restreinte (-10 m). L'obliquité du bassin et la nature probablement des navires qui accostent au terminal Eurogate Tanger font que le terminal ne profite que de plus ou moins de 520 mètres en linéaire, 21 ha en superficie, 0.5 de capacité et 5 portiques (selon les informations inputs de son challenger, le terminal SECH). Nous rappelons que le pair (*benchmark*) doit impérativement avoir une efficacité technique de 100%.

2.2 Medcenter Terminal (Rendement décroissant à l'échelle)

Le terminal Medcenter de Gioia Tauro appartient au groupe de Contship Italia, par coïncidence, le terminal Eurogate Tanger appartient également à ce même groupe.

Le terminal Medcenter est le 3ème grand terminal de la Méditerranée après *Suez Canal Container Terminal du Port Said* et *APM Terminal Algésiras*, c'est un terminal de capacité pharaonique 3400 mètres de linéaires, 160 ha de superficie, 4.2 en capacité et 22 portiques super post panamax, c'est l'un des plus rares terminaux qui peuvent opérer trois grands navires de plus 10.000 evp simultanément¹¹⁵.

¹¹⁵ <http://www1.eurogate.de/en/Terminals/Gioia-Tauro>

Tableau 41 : Sommaire des projections du terminal Medcenter de Gioia Tauro

PROJECTION SUMMARY:

variable	original	radial	slack	projected
output	3087395.00	412605.00	0.00	3500000.00
input 1	3391.00	0.00	-991.00	2400.00
input 2	160.00	0.00	-40.00	120.00
input 3	4.20	0.00	0.00	4.20
input 4	22.00	0.00	-2.00	20.00

Tableau 42 : Pairs du terminal MedCenter Gioia Tauro

LISTING OF PEERS:

peer	terminal benchmark	lambda weight
18	SCCT - Suez Canal Container Terminal & APM	100%

Le modèle DEA est orienté output, la valeur projetée principale étant celle de l'output. Ce dernier présente un manque à gagner de 412.605,00. Les inputs sont maintenus à leurs niveaux (orientation output), donc aucun mouvement vers la frontière (mouvement radial), cependant, le mouvement slack s'effectue dans la même frontière. Le linéaire de quai doit reculer à 2400 mètres soit -29% de la valeur d'origine, la superficie est également décroissante à l'échelle c'est le terminal opère dans une large distance que nécessaire soit de -25% de la valeur d'origine et finalement le nombre de portiques dont la projection correspond à 20 portiques à la place de 22 portiques.

L'unique benchmark dans l'échantillon pour ce terminal Medcenter est celui de Suez Canal Container Terminal (en partenariat avec APM) dans le port Saïd de l'Égypte. Les données de projections du modèle correspondent exactement aux informations fournies pour le terminal SCCT.

Le manque des données de panel pour le cas des terminaux nous contraint de tirer des conclusions quant aux stratégies d'investissement et commerciales des terminaux à conteneurs. Cependant, le terminal Medcenter opère à une échelle décroissante, c'est un terminal surcapacitaire. Le management doit intervenir soit en diminuant le niveau des inputs soit en augmentant la production, puisque réduire sa taille n'est pas évident, le management du terminal doit réfléchir à des actions commerciales. Probablement les responsables du port

cherchent à créer de la demande en mettant en place plus de ressources que nécessaire, c'est également une stratégie de verrouiller le marché (barrière au nouvel entrant).

2.3 Thessaloniki Terminal (Rendement croissant à l'échelle)

Le terminal Thessaloniki opère, à la différence des deux terminaux analysés, à rendement d'échelle croissant, le terminal profite alors des bienfaits de l'économie d'échelle. Rares sont les terminaux de la Méditerranée qui en profitent. Les valeurs d'origines sont rappelées dans le tableau suivant (tableau 43) :

Tableau 43 : Sommaire des projections du terminal Thessaloniki Container Terminal SA

PROJECTION SUMMARY:

variable	original	radial	slack	projected
output	322310.00	574905.58	0.00	897215.58
input 1	600.00	0.00	-39.28	560.72
input 2	20.00	0.00	0.00	20.00
input 3	1.60	0.00	-0.72	0.88
input 4	4.00	0.00	0.00	4.00

Le terminal TCT a une efficacité technique de 35.9% et une efficacité d'échelle de 96.8%. Le terminal dispose d'une marge d'amélioration de gestion assez importante de 64.1%. En ajustant sa taille, le terminal TCT peut hausser sa productivité de 3.2%.

La marge est assez étendue, cela se lit clairement dans le tableau ci-haut, l'output peut effectuer un mouvement radial de 178%, plus ou moins le double de sa valeur d'origine. Des mouvements slack ont été repérés pour l'input 1 et 3 du terminal (linéaire de quai et capacité de stockage). Surprenant que le terminal opère à une échelle croissante, c'est-à-dire à une taille où une augmentation des ressources utilisées, d'un certain pourcentage, résulte par une augmentation de plus, d'un certain pourcentage, de l'output. Dans ce cas, le terminal TCT doit rehausser sa taille afin d'atteindre l'optimum.

Tableau 44 : Pairs du terminal Thessaloniki Container Terminal

Nous listons dans le tableau 44, les pairs ou benchmarks du terminal TCT :

peer	terminal benchmark	lambda weight
27	TDG (Terminal Del Golfo) Tarros	0.44
14	EPAL (Entreprise Portuaire d'Alger) - DPW Djazair	0.121
5	MSC Terminal Valencia	0.439

De la même manière que le terminal Eurogate Tanger, ce terminal doit se comparer à un terminal virtuel formé des trois terminaux identifiés comme des pairs pour le terminal TCT, étant donné que ce terminal virtuel n'existe pas dans la réalité, la meilleure manière demeure celle de se comparer avec le terminal qui dispose du poids le plus élevé, dans ce cas, ce terminal correspond à parts égales à TDG et MSC. Nous pensons alors voir ce qu'il y a de particulier chez le TDG (terminal del golfo tarros de Las Spezia). Nous observons que l'output est de 140.000,00 evp, il opère également à une échelle croissante, avec une efficacité pure de 100% (condition sine qua non pour être un pair), le terminal est donc un petit terminal en termes de la production evp. Le TCT doit optimiser l'utilisation des ressources en comparaison à son pair TDG, ainsi, le management est appelé à reconsidérer son plein-emploi des ressources particulièrement quant à l'input Linéaire et Storage.

Nous pouvons conclure que la plupart des terminaux opèrent à des échelles décroissantes, les terminaux ont une marge d'amélioration importante, donc même si les finalités des opérateurs portuaires diffèrent de celles des ports (autorité portuaire dans la plupart des cas), la tendance du marché confirme, quelles que soient les stratégies et intentions des décideurs (barrière aux nouveaux entrants, créez de nouvelles demandes, etc.), la position surcapacitaire des ports et des terminaux de la Méditerranée.

3. Efficacité économique et facteur exogène

Idéalement la méthode DEA ne comprend que les variables discrétionnaires c'est-à-dire ceux qui sont sous le contrôle de management. Pourtant, les variables non discrétionnaires (ou variables environnementales) ont pour autant leurs mots à dire, elles peuvent porter beaucoup d'arguments qui expliquent les efficacités relatives des organisations (dit DMU's¹¹⁶). Les variables environnementales influencent les DMU's (terminaux à conteneurs), mais ne sont pas considérées comme des inputs traditionnels et ne sont pas sous le contrôle du décideur. L'évaluation par la méthode DEA est donc faite sur deux étapes, la première correspond aux différents calculs des scores, ensuite, ces scores sont ajustés sur les variables ou facteurs discrétionnaires.

Est considéré comme facteur exogène, tout facteur qui ne correspond pas à un input qui contribue "directement" au processus de la production. Dans ce sens, nous considérons la

¹¹⁶ *Decision Making Units'*

catégorie du terminal en transbordement ou local comme un facteur exogène. En revanche, la catégorie du trafic (TR ou local) est une des décisions stratégiques du terminal¹¹⁷, car la configuration et le désign en dépendent. Un terminal transbordement comprend généralement un trafic local infime, les designers prévoient donc de rares voies pour les camions dans la zone de guérite, ces voies exigent également un aménagement spécial pour le pesage et des cabinets propres aux procédures administratives. Le trafic transbordement requiert de larges larges espaces avec une configuration propres selon le type de transport interne, la capacité de stockage, etc.

Selon les données des terminaux à notre disposition, 19 terminaux sont des terminaux locaux, 14 sont des terminaux transbordement. Nous avons constaté après avoir effectué un tri des plus efficaces au moins efficace que le type du trafic n'est pas décisif de l'efficacité. Les dix premières places sont occupées à parts égales par des terminaux locaux ou transbordements. Les moins efficaces sont, encore une fois, des terminaux transbordement ou *gateway*.

Les terminaux les plus efficaces comprennent généralement un trafic moyen, ce sont des terminaux de taille moyenne, ici la taille est reflétée par le volume evp du terminal.

¹¹⁷ Même si le choix du terminal transbordement ou local peut figurer parmi les décisions stratégiques du DMU, nous ne l'avons pris en tant que facteur sous contrôle du management, ceci est dû notamment à la prise en conscience qu'il influe directement à l'efficacité et indirectement au processus de production, il ne fait pas partie des inputs traditionnels des divers DMU's.

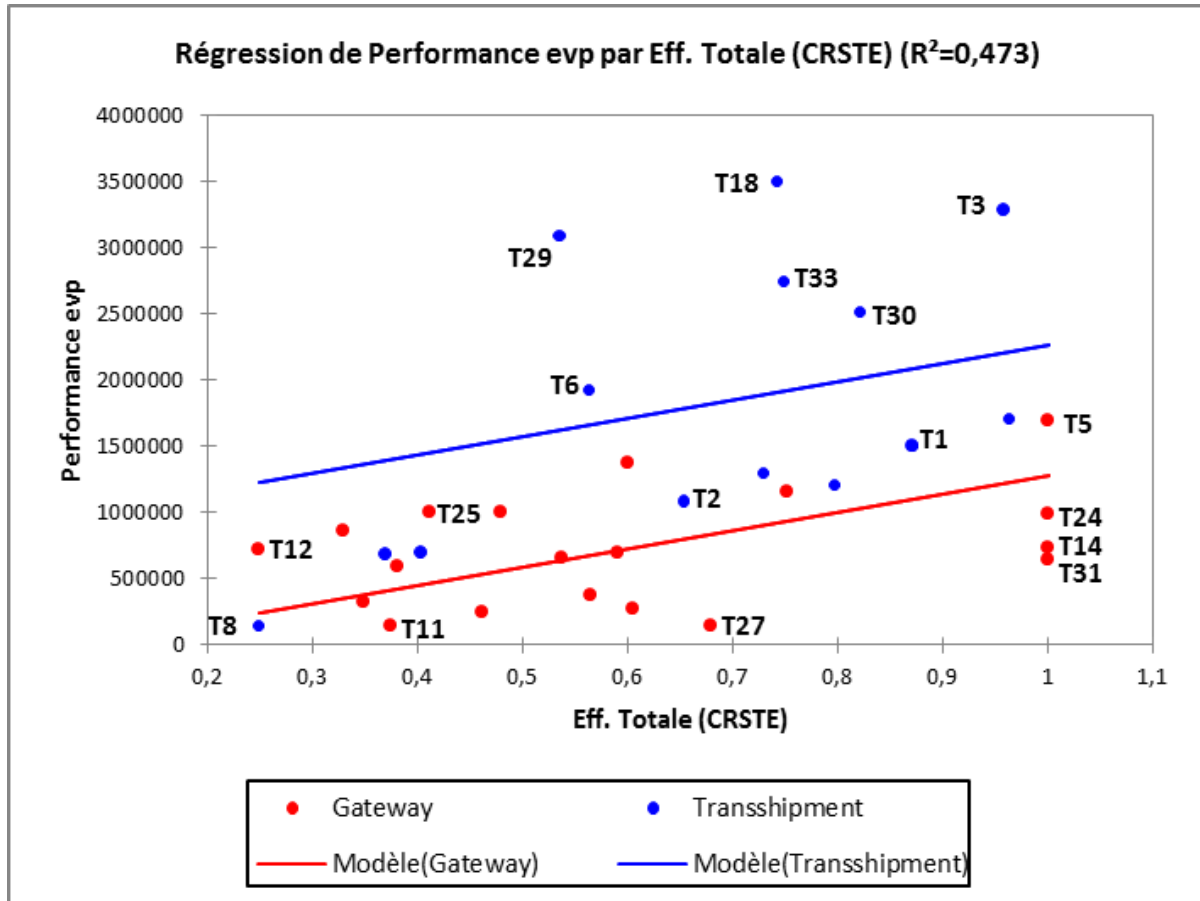
Tableau 45 : Classement d'efficacité totale des terminaux pour le facteur exogène (transbordement ou local)

N° Terminal	Port	Terminal	Eff. Eco (CRSTE)	Performance evp	TR/Local
5	Valencia	MSC Terminal Valencia	1	1700000	Gateway
14	Alger	EPAL (Entreprise Portuaire d'Alger) - DPW Djazair	1	737259	Gateway
24	Genova	SECH - Terminal Contenitori Porto di Genova	1	988000	Gateway
31	Piraeus	Piraeus Port Authority SA - Container Terminal (Pier I)	1	644055	Gateway
22	Ambarli	Marport Terminal Operators	0,962	1705962	Transshipment
3	Algésiras	APM Terminal	0,957	3290400	Transshipment
1	Tanger-Med	APM Terminal	0,87	1500000	Transshipment
30	Piraeus	Piraeus Container Terminal SA (Pier II)	0,821	2519945	Transshipment
4	Algésiras	Total Terminal International (TTI)	0,796	1210600	Transshipment
26	Las Spezia	Las Spezia Container Terminal	0,751	1158000	Gateway
33	Marsaxlokk	Malta Freeport Terminal	0,748	2750000	Transshipment
18	Port Said	SCCT - Suez Canal Container Terminal - APM	0,742	3500000	Transshipment
23	Ambarli	Kumport	0,729	1296000	Transshipment
27	Las Spezia	TDG (Terminal Del Golfo) Tarros	0,679	140000	Gateway
2	Tanger-Med	Eurogate Tanger	0,653	1088000	Transshipment
15	Bejaia	BMT (Bejaia méditerranéen Terminal)	0,605	274000	Gateway
20	Mersin	Mersin International Port - ULUSRARASI LIMANI	0,599	1378000	Gateway
7	Valencia	TCV Stevedoring Compagny	0,59	700000	Gateway
21	Ambarli	Mardas - Container Terminal	0,564	376452	Gateway
6	Valencia	Public Container Terminal - Noatum	0,562	1929000	Transshipment
17	Alexandrie	AICT (Alexandria International Container Terminal - HPH)	0,536	661000	Gateway
29	Gioia Tauro	Medcenter Container Terminal	0,534	3087395	Transshipment
13	Barcelona	Best (Barcelona Europe South Terminal - HPH)	0,478	1000000	Gateway
10	Las Palmas	La Luz Terminal Contenedores Boluda SA	0,46	248048	Gateway
25	Genova	Voltri Terminal Europa SPA	0,411	1000000	Gateway
28	Cagliari	Cagliari International Container Terminal	0,402	702143	Transshipment
19	Port Said	PSCCHC - Port Said Port	0,38	600000	Gateway
11	Alicante	TMS (Terminales Maritimas del Sureste)	0,374	148000	Gateway
9	Las Palmas	Operaciones Portuarias Canarias SA	0,368	691277	Transshipment
32	Thessaloniki	Thessaloniki Container Terminal SA	0,348	322310	Gateway
16	Alexandrie	ACCHCO (Alexandria Container Cargo and Handling Company)	0,329	858000	Gateway
8	Tarragona	DP World Tarragona	0,248	147246	Transshipment
12	Barcelona	TCB (Terminal de Contenedores de Barcelona)	0,248	720000	Gateway

Cependant, quand il s'agit de l'efficacité à l'échelle, les premières places sont occupées par des terminaux de trafic local, c'est peut-être dû à l'effet d'apprentissage, que les terminaux locaux ont acquis, mais encore les résultats ne sont pas divulgateurs parce que même les terminaux

transbordement sont quand même de bonne performance, particulièrement que le trafic des terminaux de transbordement est beaucoup supérieur qu'à celui des terminaux locaux.

Figure 44 : Graphique régression linéaire des deux modèles *gateway* et transbordement



Le facteur exogène paraît ne pas avoir un grand impact sur l'efficacité du terminal, peut-être nous devons inclure dans notre recherche des terminaux du monde entier afin d'avoir une visibilité plus claire sur l'impact de type de trafic sur la performance des terminaux.

Dans cette section nous avons évalué la performance économique des 33 terminaux à conteneurs de la Méditerranée, dont les terminaux du port Tanger-Med (Eurogate et APM). Dans la section suivante, nous allons tenter d'adresser une analyse comparative entre ports et terminaux à conteneurs, nous analyserons vigoureusement les tailles et les rendements d'échelles des ports et des terminaux, nous illustrons graphiquement les frontières et mettons en valeurs les différentes politiques des ports et terminaux dans la Méditerranée.

SECTION II : Analyse comparative de performance et politiques portuaires

Dans cette section, nous envisageons de comparer les ports avec les terminaux et de mettre en valeurs la notion de taille optimale. Nous mettrons en évidence les différentes politiques portuaires dans le bassin méditerranéen.

A. Indice de productivité totale et taille optimale : Indice de *Malmquist*

Dans le cadre de cette thèse, nous avons évalué la performance des ports et terminaux à conteneurs. Comme mentionné dans la revue de littérature, l'efficacité technique est mesurée dans le cadre des deux méthodes SFA et DEA, alors que l'efficacité à l'échelle est étudiée seulement dans le cadre de la méthode DEA. Dans ce sens, il nous reste d'évaluer l'efficacité à l'échelle des ports pour qu'on puisse procéder à l'analyse comparative de la taille des différents ports et terminaux.

Pour les ports, nous disposons des données de panel, donc il s'agit, dans le cadre de la méthode DEA, de l'application de la série temporelle¹¹⁸. L'indice de Malmquist est un indice de productivité totale (Malmquist 1953), il mesure le changement de la productivité au cours du temps. L'indice de Malmquist, dans un premier temps, évalue l'effet de changement de l'efficacité au cours du temps, appelé "*catch up effect*" (effet de rattrapage). Dans un deuxième temps, l'indice mesure les changements technologiques qui interviennent au cours de la période, autrement dit le déplacement de la frontière d'efficacité au cours du temps, effet de "*frontier shift*".

¹¹⁸ Il existe une technique dite window analysis, elle permet d'analyser le changement dans le score de l'efficacité au cours du temps. L'évaluation prend chaque organisation comme différente dans le temps (fenêtre), dans ce sens, la window analysis est une méthode d'analyse de sensibilité.

Les scores d'efficacité à l'échelle pour les ports sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 46 : Modèle 3 d'efficacité à l'échelle ports à conteneurs de la Méditerranée

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Tanger-Med</i>	n/a	n/a	0,80	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Algésiras</i>	0,983	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Valencia</i>	0,882	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Tarragona</i>	0,99	0,99	1,00	0,99	0,75	0,78	0,78	0,79	0,78
<i>Las Palmas</i>	0,83	0,88	0,97	0,93	0,94	0,95	0,95	0,95	0,97
<i>Alicante</i>	0,60	0,62	0,43	0,39	0,46	0,52	0,52	0,50	0,48
<i>Barcelona</i>	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98
<i>Alger</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Annaba</i>	0,13	0,16	0,17	0,22	0,26	0,37	0,37	0,68	0,72
<i>Bejaia</i>	0,94	0,95	0,83	0,86	0,90	0,89	0,89	0,80	0,80
<i>Radès</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Alexandrie</i>	0,85	0,89	0,99	0,94	0,96	0,99	0,99	0,96	0,94
<i>Port Said</i>	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99
<i>Mersin</i>	0,88	0,98	0,96	0,94	0,97	0,94	0,94	0,96	0,97
<i>Ambarli</i>	0,87	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Genova</i>	0,88	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99
<i>Las Spezia</i>	0,85	0,89	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,99
<i>Cagliari</i>	0,88	0,91	0,92	0,90	0,89	0,91	0,91	0,92	0,96
<i>Gioia Tauro</i>	0,93	0,95	0,97	0,94	0,96	0,98	0,98	0,98	0,98
<i>Piraeus</i>	1,00	1,00	1,00	0,53	0,91	1,00	1,00	0,99	1,00
<i>Thessaloniki</i>	0,94	0,94	0,74	0,74	0,78	0,84	0,84	0,73	0,76
<i>Marsaxlokk</i>	0,88	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
Moyenne	0,82	0,87	0,85	0,83	0,87	0,89	0,89	0,90	0,91

Le statut de rendement à l'échelle prévoit trois niveaux de situations de rendement : rendement constant, croissant ou décroissant à l'échelle. Le statut de rendement indique qu'une augmentation dans l'utilisation des ressources exploitées par un certain pourcentage résulte en une augmentation la production de plus (ou moins) ce pourcentage.

Le tableau 47 indique la situation de rendement d'échelle pour les ports sélectionnés :

Tableau 47 : Situation d'économie d'échelle des ports sélectionnés

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Tanger-Med</i>	n/a	n/a	irs*	irs	irs	constant	constant	constant	constant
<i>Algésiras</i>	Drs**	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant
<i>Valencia</i>	drs	irs	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant
<i>Tarragona</i>	drs	drs	constant	irs	drs	drs	drs	drs	drs
<i>Las Palmas</i>	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs
<i>Alicante</i>	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs
<i>Barcelona</i>	drs	constant	constant	irs	irs	constant	constant	irs	irs
<i>Alger</i>	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant
<i>Annaba</i>	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs
<i>Bejaia</i>	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs
<i>Radès</i>	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant
<i>Alexandria</i>	drs	drs	drs	irs	irs	irs	irs	irs	irs
<i>Port Said</i>	drs	irs	constant	constant	constant	constant	constant	drs	drs
<i>Mersin</i>	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs
<i>Ambarli</i>	drs	constant	drs	drs	constant	constant	constant	constant	constant
<i>Genova</i>	drs	drs	irs	drs	drs	drs	drs	drs	drs
<i>Las Spezia</i>	drs	drs	irs	irs	constant	constant	constant	irs	irs
<i>Cagliari</i>	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs
<i>Gioia Tauro</i>	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs
<i>Piraeus</i>	constant	constant	constant	irs	irs	drs	drs	irs	constant
<i>Thessaloniki</i>	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs
<i>Marsaxlokk</i>	drs	drs	irs	drs	drs	drs	drs	irs	irs

*Irs: increasing return to scale

**Drs: decreasing return to scale

Le modèle d'efficacité d'échelle indique qu'un changement dans l'investissement a été opéré au cours de la période, mais cet investissement peut mener à une situation de rendement d'échelle différente. Nous constatons que la situation de rendement d'échelle décroissant pour les ports l'emporte, parmi 196 enregistrements dans le tableau 47, 73 fois le rendement décroissant est repéré. Nous revenons en détail à la question de taille optimale dans la prochaine section dans le cadre du *benchmark* entre ports et terminaux à conteneurs.

L'indice synthétique de Malmquist permet la décomposition simple de l'évolution de la productivité entre évolution de l'efficacité technique et changement technologique (Coelli et al 2005), il est la moyenne géométrique des deux composantes. L'indice de Malmquist représente un avantage non négligeable, il peut être calculable en absence des informations sur les prix.

Le tableau 49 présente l'évolution de la productivité totale des facteurs (PTF) du port à conteneurs Tanger-Med entre la période 2006 – 2014 (inclus) qui est décomposable en l'évolution de l'efficacité technique et l'évolution du progrès technologique selon l'orientation output sur ladite période. Dans notre cas, l'output représenté par le trafic evp des ports, nous obtenons en globalité un indice proche de 1, on dit que la productivité est stable au cours du temps, une amélioration au niveau output a été notée au cours du temps, mais l'évolution reste très lente.

Dans le cadre de la méthode DEA, l'indice de Malmquist est décomposé en efficacité technique et progrès technologique, alors que le premier terme traduit un rapprochement ou éloignement de la frontière des meilleures pratiques, le second traduit le changement technologique représenté par le déplacement de la frontière de production à la période t+1. Sur la base de l'indice de Malmquist¹¹⁹; l'efficacité technique est elle-même décomposée en efficacité pure et efficacité d'échelle, alors que la première fait référence à l'exploitation non optimale des ressources par le gestionnaire, la seconde fait référence à la taille des unités de production soit des ports.

Nous présentons le résultat de deux études de cas :

Le cas du port Tanger-Med :

Tableau 48 : Informations du port Tanger-Med (Output et input –niveau et mix-input)

Informations du port: Output et Inputs (niveau et mix-inputs) :

Tanger-M	Periods	Volume	Berth L	Area	Draft	Storg Cap	Qc Num
1	2008	921000	800	80	18	3	8
1	2009	1222000	1610	80	18	3	16
1	2010	2058000	1610	80	18	3	16
1	2011	2185000	1610	80	18	3	16
1	2012	1900000	1610	80	18	3	16
1	2013	2588000	1610	80	18	3	16
1	2014	3080000	1610	80	18	3	16

¹¹⁹ Le calcul de l'indice se fait de la manière suivante : ratio du changement d'efficacité technique multiplié par ratio de changement technologique $M_i = ECH \times TCH$. Quant au premier terme, l'équation est définie comme le ratio de l'efficacité technique de Farelle (CRS) à la période t+1 divisé par l'efficacité technique de Farelle (CRS) à la période t. Quant au deuxième terme, il s'agit de la moyenne géométrique de l'évolution technologique observée au niveau des inputs x^{t+1} et l'évolution technologique évaluée des inputs x^t .

Tableau 49 : Indice de Malmquist Port Tanger-Med

Malmquist Index :

<i>Year</i>	<i>firm</i>	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>	<i>Trafic evp</i>
2006	1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
2007	1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
2008	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	921000
2009	1	0.734	0.900	0.607	1.210	0.660	1222000
2010	1	1.779	0.946	1.729	1.029	1.684	2058000
2011	1	1.128	0.941	1.123	1.004	1.062	2185000
2012	1	0.918	0.948	0.937	0.980	0.870	1900000
2013	1	1.090	1.250	1.068	1.021	1.362	2588000
2014	1	1.000	1.190	1.000	1.000	1.190	3080000
		1.067	1.021	1.028	1.038	1.089	2089486

Effch: changement d'efficacité technique / techch : changement technologique / pech : changement d'efficacité pure

Tfpch : changement de productivité totale des facteurs

Le port a connu une amélioration de sa productivité totale des facteurs au cours de la période, nous observons une dégradation au niveau de l'année 2012, qui, à la lecture des informations du port (voir tableau 48), n'est pas due à l'effet technologique, en connaissance de cause, le port a connu une étape de tensions sociales dans les terminaux qui le compose, à savoir Eurogate et APM terminal, ces tensions ont causé une chute libre du trafic au long des phases de tensions et qui s'est répercutées (tensions) sur son efficacité technique. L'effet du progrès technologique n'a cessé de s'améliorer au cours de la période, allant de 0.9 à 1.19, ceci est dû notamment à l'opérationnalisation de deux composantes du port sur des phases différentes, le TC1a entamé sa production en 2008 suivie de TC2 en 2009, depuis lors, le trafic a connu une croissance arrivant à l'apogée en 2014 avec le record historique du port franchissant la barre des 3 millions evp, donc en proportion au niveau des inputs utilisés dans le processus de production, la productivité s'est notablement améliorée, et l'effet de changement technologique en 2008 et 2009 s'est amorcé particulièrement après l'année 2012 avec un ratio de plus de 1 (1.25).

Le tableau 47 montre un rendement d'échelle constant c'est-à-dire le port opère à une échelle optimale (taille optimale). Le résultat de la méthode SFA et DEA quant à l'efficacité technique montre une légère différence, donc, les interprétations restent valables pour les deux méthodes, ce qui traduit une consistance au niveau des données. On peut conclure que depuis l'indice de Malmquist, qui traite la fonction de distance, le port se situe sur la frontière, il fait partie des unités qui forment les meilleures pratiques du marché, mais cela n'empêche

que le port peut comparer son management à des unités encore plus meilleures sur le marché et qui peuvent même avoir un trafic moindre, mais dans la productivité est meilleure c'est-à-dire le ratio Output/Input, selon notre étude (méthode DEA), les ports 8, 2 et 13 respectivement Alger, Algésiras et Port Said forment les ports de benchmark pour le port Tanger-Med pour les 5 premières années de la période d'analyse, ensuite le port sur le plan d'efficacité n'a de pair que lui-même.

Le cas du port du Pirée :

Afin d'enrichir la discussion, nous choisissons le port de Pirée, qui, ayant différente nature de rendement d'échelle au cours de la période d'étude :

Tableau 50 : Informations du port du Pirée (Output et input –niveau et mix-input)

Port	Periods	Volume	Berth L	Area	Draft	Storag Cap	Qc Num
Piraeus	2006	1403408	820	7.2	7.2	1	7
Piraeus	2007	1373000	820	7.2	7.2	1	7
Piraeus	2008	433000	820	7.2	7.2	1	7
Piraeus	2009	665000	820	55.1	7.2	3.5	19
Piraeus	2010	513000	1170	59.8	14.5	3.75	22
Piraeus	2011	1680000	2320	59.8	16.5	3.75	25
Piraeus	2012	2745000	2320	69.2	16.5	4.2	25
Piraeus	2013	3164000	2320	69.2	16.5	4.2	25
Piraeus	2014	3585000	2320	69.2	16.5	4.2	25

Malmquist Index :

Tableau 51 : Indice de Malmquist Port du Pirée

Year	firm	effch	techch	pech	sech	tfpch	Volume
2006	20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1403408
2007	20	1.000	0.978	1.000	1.000	0.978	1373000
2008	20	1.000	0.315	1.000	1.000	0.315	433000
2009	20	0.528	0.834	1.000	0.528	0.441	665000
2010	20	0.557	0.996	0.322	1.728	0.555	513000
2011	20	2.517	0.908	2.304	1.092	2.284	1680000
2012	20	1.263	1.128	1.281	0.985	1.424	2745000
2013	20	1.054	1.094	1.051	1.003	1.153	3164000
2014	20	1.015	1.116	1.000	1.015	1.133	3585000
		1.000	0.867	1.000	1.000	0.867	1349950

Une première lecture des informations du port montre un changement important dans le niveau d'input au cours de la période, c'est-à-dire le port a étalé des programmes d'investissement en infrastructure et équipements au long de la période 2008 à 2012, mais ce nouvel investissement ne peut connaître un retour instantané de la demande, qui a même trop chuté durant le programme (baissant de 1.3 evp à 0.4 mevp en 2008) et qui s'est rétablie d'après les informations dont on dispose qu'à partir de l'an 2011.

Nous pouvons lire ces variations de productivité dans le tableau 51 de l'indice de Malmquist du port en question, nous remarquons une instabilité dans les ratios composant l'indice de Productivité Totale des Facteurs au long de la période, c'est-à-dire le ratio d'efficacité technique et du progrès technologique, donc même en absence des informations sur le port, nous pouvons comprendre, d'après l'indice Malmquist, la situation du port, l'indice traduit la variation de la productivité qui s'est améliorée considérablement après l'an 2011 qui marque la fin du programme d'investissement, due notamment à l'augmentation vertigineuse de la demande entre 2010 et 2011 avec un saut de 0.5 evp à 1.6 evp, le taux de changement marque clairement un dédoublement dans la productivité du port avec un pourcentage de 251%, le port a connu un progrès technologique important, ceci est peut être lu dans l'évolution du ratio qui est passé de 0.9 à 1.2.

Quant à l'échelle dont le port opère, on constate un rendement constant au début de la période, c'est-à-dire en proportion à la prestation (en evp) du port à l'époque (entre 2006 et 2008), le port opère à son échelle optimale, ensuite la nature de rendement a changé peu à peu allant de croissant à décroissant et dans la dernière année (2014), le rendement a connu un retour à l'échelle optimale. L'indice de Productivité Totale en moyenne est inférieur à 1, donc durant la période de l'étude, une dégradation au niveau de la productivité a été constatée, mais on ne peut se baser sur la moyenne, car on peut conclure que le port a certes connu une dégradation au niveau des années dans lesquelles l'injection de nouvel investissement a été opérée, pourtant une amélioration à la suite a été remarquablement notée, nous devons alors prendre en considération la fin de la période pour comprendre que la demande commence à devenir en parallèle avec le niveau des inputs utilisés dans la production, le port a optimisé son échelle et in situ sa position dans le marché portuaire, en mettant en œuvre une stratégie de concurrence agressive., c'est un port leader (voir tableau 32).

B. Analyse comparative entre port et terminaux : Illustration des frontières

Nous comptons dans cette rubrique présenter une analyse comparative entre port et terminaux à conteneurs, nous proposons d'illustrer la frontière pour le cas des ports et des terminaux et d'analyser la taille optimale des différentes unités de décisions en présentant des études de cas de différents ports et terminaux. Nous envisageons de discuter la question des politiques qui intéressent le secteur portuaire au niveau de la Méditerranée.

1. La relation entre scores d'efficacité et modèles de performance

En se basant sur les résultats de l'estimation, 10 modèles ont été discutés dans cette thèse, en plus de l'application de l'indice de Malmquist.

Au niveau des ports, dans le cadre de la méthode SFA, 8 modèles caractérisent notre évaluation de performance, 4 modèles à base de la forme Cobb-Douglas et 4 autres sous forme translogarithmique, ensuite pour mesurer l'efficacité d'échelle, nous avons mis en œuvre le modèle à base de la méthode DEA, les données sont, de type de *données de panel*, la période considérée s'étale sur 9 ans d'exercice et le nombre des unités est 22. La variable exogène a été considérée parmi les variables explicatives tantôt comme endogène au processus de production tantôt exogène, en plus de la variable temps qui a été considérée comme input au processus de production.

Au niveau des terminaux, dans le cadre de la méthode DEA, l'évaluation a pris en charge le modèle basique, les données sont de type de *données transversales*, et le nombre des unités est 36. Le trafic evp est considéré comme l'output du terminal, l'*équivalent vingt pieds* est la mesure de sanction conventionnelle dans l'industrie portuaire.

Au niveau des ports, les modèles prennent en charge 5 intrants, à savoir : linéaire de quai, superficie, profondeur, capacité et nombre de grues au niveau des terminaux, les mêmes intrants ont été entrepris, sauf la variable profondeur que nous avons ôtée du modèle, car ayant une asymétrie à gauche, tous les ports et terminaux ont une profondeur importante, en plus c'est la variable dont la corrélation résulte la moins faible parmi les intrants pour le cas des ports et des terminaux. Le fait d'avoir les mêmes extrants et intrants aidera dans la comparaison.

Nous présentons un sommaire des différents modèles dans le tableau ci-dessous :

Figure 45 : Récapitulatif des modèles d'évaluation de performance des ports et terminaux avec hypothèse, forme de fonction et spécification des variables

	Assessment at ports level				Assessment at terminals level	
	Méthode SFA		Méthode DEA		Méthode DEA	
	Panel data		Panel data		Cross sectionnel data	
Hypothesis	Output orientation			BCC - Output orientation		BCC - Output orientation
Model specification	Cobb-Douglas		Translog		No functional form to be specified	
Factor parameters	Endogenous effect model	Exogenous effect model	Endogenous effect model	Exogenous effect model	Endogenous effect model	Endogenous effect model
Authors	Truncated Normal B - C 1992	Truncated Normal B - C 1995	Truncated Normal B - C 1992	Truncated Normal B - C 1995	BCC (Banker, Charnes & Cooper)	BCC (Banker, Charnes & Cooper)
Basic model	1.1	-	2.1	-	3	4
Basic model and trend	1.2	-	2.3	-	-	-
Basic model, trend and trade volume	1.3	1.4	2.5	2.6	-	-

Nous soulignons que la comparaison est possible malgré les différents modèles qui sont développés dans le présent travail, car les données sont issues pratiquement des mêmes sources à savoir *International Containerisation Yearbook*, Autorités portuaires et sites officiels des exploitants des terminaux, ce qui respecte la consistance dans les données.

Nous comparons dans le tableau suivant l'ensemble des scores d'efficacité technique pour chaque modèle et afin de respecter la consistance dans l'analyse, nous choisissons l'année 2013 comme année de référence, car en regard des terminaux nous disposons des données coupe-transversales pour ladite année :

Tableau 52 : Moyenne générale des scores d'ET des ports et terminaux

Modèles	Ports										Terminaux
	Modèle 1.1	Modèle 1.2	Modèle 1.3	Modèle 1.4	Modèle 2.1	Modèle 2.2	Modèle 2.3	Modèle 2.4	Modèle 3	Modèle 4	
Moyenne	0,637	0,638	0,638	0,640	0,730	0,677	0,745	0,633	0,764	0,697	

Au niveau des ports, les scores d'ET des modèles Cobb-Douglas et translogarithmique génèrent des valeurs différentes, le gap ne dépasse pas 17% en moyenne, les scores d'ET dans les modèles à effets endogènes de forme fonctionnelle Cobb-Douglas sont inférieurs en comparaison aux modèles à effets endogènes de forme fonctionnelle translogarithmique, de 15%, 6% et 17% pour chaque modèle 1.1/1.2, 1.2/2.2 et 1.3/2.3 respectivement, alors que la relation est inversée dans le cas des modèles à effets exogènes, le score d'ET est plutôt supérieur pour la forme Cobb-Douglas de 1% en comparaison à son homologue translogarithmique, à rappeler que seulement un modèle est mis en œuvre pour le cas du modèle à effets exogènes alors que 3 modèles sont mis en concurrence pour le modèle à effets endogènes.

Par ailleurs, le modèle 3 est mesuré dans le cadre de la méthode DEA, il génère des scores d'ET supérieurs aux modèles mesurés dans le cadre de la méthode SFA, les ports selon le modèle DEA sont techniquement efficaces à hauteur de 0.764, l'efficacité économique globale dans le cadre de la méthode DEA est de 58% sont moyennement économiquement efficaces.

Au niveau des terminaux, nous avons mis un seul modèle à l'épreuve : le modèle DEA. Nous avons complété le modèle par l'indice Malmquist qui permet de mesurer la productivité totale

des facteurs, le modèle d'évaluation génère des scores d'ET pour les terminaux qui se rapprochent du modèle 3 des ports avec une différence de 0.6, cette comparaison est plausiblement possible, car nous mettons à l'épreuve les terminaux qui forment les mêmes ports de l'échantillon, tenant en compte que les données sont de type transversal, ceci constitue une restriction à l'analyse, la variable exogène a été analysée par une simple classification selon les scores de l'ET, donc en absence d'un modèle propre d'évaluation, nous jugeons à ce stade que la simple classification y est suffisante.

La sensibilité des scores consiste à modifier le modèle en ajoutant ou en enlevant des variables ou des unités de production et d'en analyser la différence qui pourrait se produire sur les scores, dans ce sens, au niveau des ports, le modèle évalué à plusieurs niveaux de spécification de variables constitue une analyse de sensibilité, encore, une analyse en considérant chaque année à part est une analyse de sensibilité, l'année représente la fenêtre (*windows analysis*), les différences entre modèles ne sont significatives qu'à la suite de l'introduction de la variable temps et la variable commerce de la Chine, donc le modèle de performance portuaire subi le "choc" d'effet technologique et de la demande, on dit alors que l'industrie portuaire est sensible à ces deux variables . En outre, quant à la méthode DEA, les performances ont été évaluées en prenant en compte isolément et séparément chaque année, dans ce cas, les différences sont significatives, le modèle à générer un score relativement supérieur, l'absence de l'effet technologique en est peut-être la source.

La fonction Cobb-Douglas est translogarithmique génèrent des frontières d'efficacité différentes, nous observons des déviations quant aux scores d'efficacité calculés selon les deux modèles (à effets exogènes et à effets endogènes). Le modèle DEA tend à générer des scores encore plus importants.

Nous pouvons comparer les ports directement aux terminaux. Bien que les ports soient la collection des terminaux qui les composent, les données peuvent diverger pour la simple raison que la base comprenne des ports multi-usage et des ports dédiés, les données de la demande pour conteneurs par exemple comprend la demande pour le cas des terminaux spécialisé dans le conteneur et la demande pour le cas des terminaux multi-usage non inclus dans la base des terminaux. Ceci ne constitue pas un frein à la consistance des données, la comparaison peut être effectuée tout en soulevant les points de différence et de

complémentarité, notant que nous mettons une place une analyse délicate puisque les ports en fin de compte restent différents sur un ensemble de points des terminaux.

De ce qui précède, nous observons effectivement que les scores des ports sont différents des scores des terminaux qui les composent, le score n'étant pas égale à la moyenne des terminaux qui forme le port, ce qui est évident parce que les modèles divergent quand même, le modèle des terminaux ne prend en charge que 4 variables en comparaison du port, ceci vient en plus des raisons précédemment évoquées (sur le plan des données et de concepts).

A ce stade, nous observons que les scores au niveau des ports se rapprochent des scores des terminaux quand l'évaluation est effectuée dans le cadre de la méthode SFA (0.669 pour les ports, 0.697 pour les terminaux), alors que les scores résultent supérieur au niveau des ports en comparaison aux terminaux quand l'évaluation est prise en charge dans le cadre de la méthode DEA (0.764 pour les ports, 0.697 pour les terminaux).

Nous ne pouvons tirer de conclusion quant à leurs différentes stratégies, nous pouvons statuer que les concepts, les objectifs et les données diffèrent des ports et terminaux, pourtant, il semble que la performance des ports et lié à la performance de leurs terminaux, les différences des scores ne sont pas très significatives. Dans la section suivante nous allons comparer la taille ports et des terminaux à conteneurs.

Tableau 53 : Comparaison des scores entre ports et terminaux

Noms des ports	N° port	SFA	DEA	Terminal	N° Terminal	DEA	Moy
Tanger-Med	1	0.946	1.000	APM Terminal	1	0.881	0.781
				Eurogate Tanger	2	0.692	
Algésiras	2	0.976	1.000	APM Terminal	3	1	0.893
				Total Terminal International (TTI)	4	0.798	
Valencia	3	0.749	1.000	MSC Terminal Valencia	5	1	0.822
				Public Container Terminal - Noatum	6	0.851	
				TCV Stevedoring Compagny	7	0.652	
Tarragona	4	0.223	0.247	DP World Tarragona	8	0.344	0.344
Las Palmas	5	0.549	0.544	Operaciones Portuarias Canarias SA	9	0.436	0.524
				La Luz Terminal Contenedores Boluda SA	10	0.629	
Alicante	6	0.677	1.000	TMS (Terminales Maritimas del Sureste)	11	1	1.000
Barcelona	7	0.942	0.482	TCB (Terminal de Contenedores de Barcelona)	12	0.303	0.400
				Best (Barcelona Europe South Terminal - HPH)	13	0.528	
Alger	8	0.909	1.000	EPAL (Entreprise Portuaire d'Alger) - DPW Djazair	14	1	1.000
Bejaia	10	0.421	0.617	BMT (Bejaia méditerranéen Terminal)	15	0.749	0.749
Alexandrie	12	0.450	0.542	ACCHCO (Alexandria Container Cargo and Handling Company)	16	0.466	0.504
				AICT (Alexandria International Container Terminal - HPH)	17	0.546	
Port Said	13	0.939	0.911	SCCT - Suez Canal Container Terminal - APM	18	1	0.694
				PSCCHC - Port Said Port	19	0.482	
Mersin	14	0.624	0.816	Mersin International Port - ULUSRARASI LIMANI	20	0.83	0.830
Ambarli	15	0.647	1.000	Mardas - Container Terminal	21	0.576	0.764
				Marport Terminal Operators	22	0.981	
				Kumport	23	0.788	
Genova	16	0.773	0.945	SECH - Terminal Contenitori Porto di Genova	24	1	0.740
				Voltri Terminal Europa SPA	25	0.547	
Las Spezia	17	0.854	0.887	Las Spezia Container Terminal	26	0.77	0.877
				TDG (Terminal Del Golfo) Tarros	27	1	
Cagliari	18	0.493	0.508	Cagliari International Container Terminal	28	0.465	0.465
Gioia Tauro	19	0.775	0.805	Medcenter Container Terminal	29	0.882	0.882
Piraeus	20	0.782	1.000	Piraeus Container Terminal SA (Pier II)	30	0.954	0.977
				Piraeus Port Authority SA - Container Terminal (Pier I)	31	1	
Thessaloniki	21	0.547	0.554	Thessaloniki Container Terminal SA	32	0.359	0.359
Marsaxlokk	22	0.837	0.869	Malta Freeport Terminal	33	0.835	0.835
		0.669	0.743			0.697	0.686

2. Illustration des frontières et analyse comparative sur la base de la nature de rendement

Les données au niveau des ports et des terminaux permettent de soulever des très intéressantes informations quant à la nature de rendement d'échelle. Au niveau des ports, le panel comprend 196 enregistrements, le statut de rendement décroissant à l'échelle prévaut. Au niveau des terminaux, la majorité des 33 terminaux subissent également un statut de rendement décroissant, 22 terminaux ont un statut décroissant contre 11 avec un statut croissant et constant, donc plus de 67% des terminaux exercent à une grande échelle. Ce qui est surprenant réside dans la tendance actuelle, les ports montrent dans l'année 2013 (année de référence pour la comparaison) un statut de rendement croissant que décroissant (7 contre 8 terminaux ont connu un statut croissant).

La localisation géographique des ports diffère d'un port à l'autre : les ports se situent sur le sud de l'Europe, nord de l'Afrique et l'ouest de l'Asie.



Bien que dans la littérature, la théorie qui relie la performance à la localisation géographique semble s'estomper, notre étude indique que la relation est toujours d'actualité, d'après la figure ci-dessus, les grands ports se situent principalement sur l'Europe, les pays africains doivent s'équiper pour profiter de la position dont ils font figure. Au long du littoral entre Tanger et

Sinaï (Égypte), les ports sont d'une prestation très modeste, les ports de Liban sont exclus pour manque de donnée officielle en plus de leur absence sur la scène internationale.

La clé de différence entre la nature de rendement décroissant et croissant en pratique réside dans la décision d'investissement, pour le rendement croissant, plus d'investissement augmente la productivité du terminal. Pour le rendement décroissant, plus d'investissement baisse la productivité totale des unités.

Dans cette ligne d'idée, les ports qui désirent de procéder à l'expansion sont des ports qui affichent un statut croissant à l'échelle. Les ports qui affichent un statut décroissant ou constant ne peuvent augmenter leurs inputs pour la limitation soit au niveau des inputs c'est-à-dire ces ports ont atteint la saturation et ils ne disposent pas d'espace pour étendre leurs capacités, on dit que leur niveau d'input est fixe, ils doivent alors veiller à augmenter leur productivité. Dans le premier chapitre nous avons vu que la demande croît en raison de plus de 10% annuellement, les ports et terminaux sont alors appelés à croître leurs capacités à un niveau donné pour faire face à la demande créée, éventuellement, le marché résultera surcapitaire dans certaine phase de développement de l'industrie portuaire, la psychologie de l'investisseur est positive quant au développement futur de la demande malgré les crises qui sévissent depuis l'aube de l'année 2008.

Notre recherche indique dans une certaine mesure que les ports considérés communément comme relevant du domaine public étant donné qu'ils sont gérés par les autorités portuaires ne sont pas moins efficaces que des terminaux qui sont considérés comme relevant du domaine privé étant donné qu'ils sont gérés par des compagnies et opérateurs privés. La gestion publique dans le domaine portuaire semble s'approcher ou adopter la logique du secteur privé.

Tableau 54 : Comparaison de nature de rendement d'échelle au niveau des ports et des terminaux

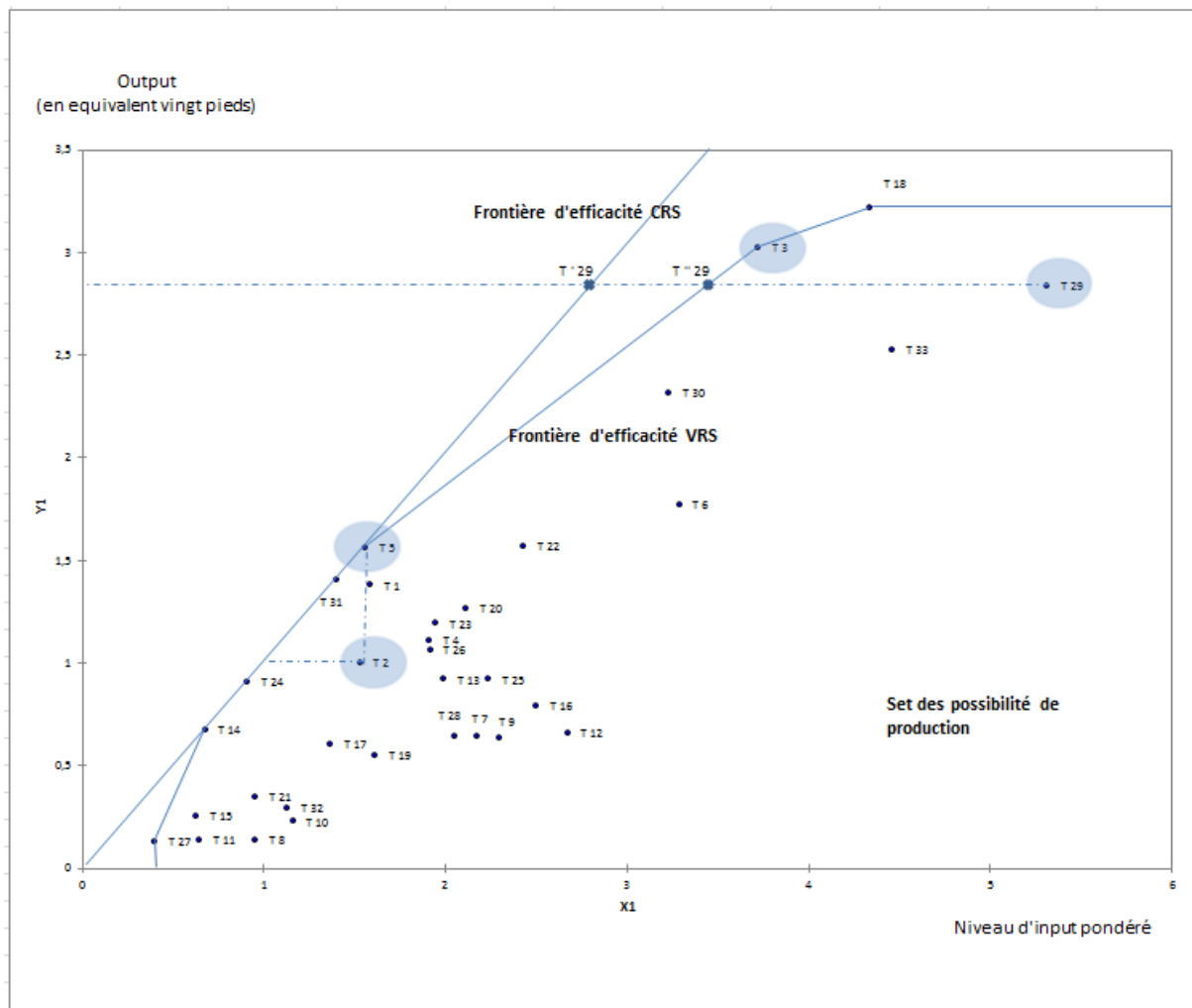
Noms des ports	N port	Nature d'échelle	Terminal	N° Terminal	Nature d'échelle
Tanger-Med	1	constant	APM Terminal	1	drs
			Eurogate Tanger	2	drs
Algésiras	2	constant	APM Terminal	3	drs
			Total Terminal International (TTI)	4	drs
Valencia	3	constant	MSC Terminal Valencia	5	-
			Public Container Terminal - Noatum	6	drs
			TCV Stevedoring Compagny	7	drs
Tarragona	4	drs	DP World Tarragona	8	irs
Las Palmas	5	drs	Operaciones Portuarias Canarias SA	9	drs
			La Luz Terminal Contenedores Boluda SA	10	irs
Alicante	6	irs	TMS (Terminales Maritimas del Sureste)	11	irs
Barcelona	7	irs	TCB (Terminal de Contenedores de Barcelona)	12	drs
			Best (Barcelona Europe South Terminal - HPH)	13	drs
Alger	8	constant	EPAL (Entreprise Portuaire d'Alger) - DPW Djazair	14	-
Bejaia	10	irs	BMT (Bejaia méditerranéen Terminal)	15	irs
Alexandrie	12	irs	ACCHCO (Alexandria Container Cargo and Handling Company)	16	drs
			AICT (Alexandria International Container Terminal - HPH)	17	drs
Port Said	13	drs	SCCT - Suez Canal Container Terminal - APM	18	drs
			PSCCHC - Port Said Port	19	drs
Mersin	14	drs	Mersin International Port - ULUSRARASI LIMANI	20	drs
Ambarli	15	constant	Mardas - Container Terminal	21	irs
			Marport Terminal Operators	22	drs
			Kumport	23	drs
Genova	16	drs	SECH - Terminal Contenitori Porto di Genova	24	-
			Voltri Terminal Europa SPA	25	drs
Las Spezia	17	irs	Las Spezia Container Terminal	26	drs
			TDG (Terminal Del Golfo) Tarros	27	irs
Cagliari	18	drs	Cagliari International Container Terminal	28	drs
Gioia Tauro	19	drs	Medcenter Container Terminal	29	drs
Piraeus	20	irs	Piraeus Container Terminal SA (Pier II)	30	drs
			Piraeus Port Authority SA - Container Terminal (Pier I)	31	-
Thessaloniki	21	irs	Thessaloniki Container Terminal SA	32	irs
Marsaxlokk	22	irs	Malta Freeport Terminal	33	drs

Illustration des frontières

Nous illustrons par des graphiques la frontière de production selon la méthode DEA pour les ports et terminaux à conteneurs.

2.1 DEA frontière d'efficacité pour cas des terminaux :

Figure 46 : Ensemble de production des TC (illustration des frontières CRS et VR)



Source : l'auteur

La figure 46 représente sur le même graphique les frontières d'efficacité CRS et VRS.

Les Terminaux : T5 (MSC Terminal Valencia), T 31, T 24 et T 14, sont totalement efficaces sous hypothèse de rendement d'échelle constant. Ces terminaux se situent sur les deux frontières CRS et VRS, ils obtiennent tous un score d'efficacité de 100%, leurs managements

épousent efficacité de gestion et taille optimale. Relevons que ces terminaux, selon, toute vraisemblance, peuvent encore s'améliorer en augmentant leurs productivités (ration output/input).

Les terminaux : T n° 3 (APM Terminal Algeciras), T 18 et T 27, sont localisés sur la frontière VRS, on dit qu'ils sont efficaces sous hypothèse de rendement variable, mais non efficace sous hypothèse de rendement constant. Enfin les autres terminaux ne se situent sur aucune des deux frontières, ces terminaux sont considérés comme inefficaces.

L'écart observé entre les deux frontières s'expliquent par une inefficacité d'échelle, c'est-à-dire les terminaux situés sur la frontière CRS opèrent à une échelle optimale, par contre les terminaux qui se localisent sur la frontière VRS sont techniquement efficaces, mais opèrent à une échelle non optimale, autrement dit une taille qui ne leur permet pas d'optimiser (de minimiser) leur consommation moyenne des ressources. Ainsi, pour opérer à une échelle optimale, ils doivent modifier leurs tailles.

Les autres terminaux qui se situent en dessous des frontières d'efficacité, n'ont pas seulement un problème de taille, mais leurs gestions est perfectibles, ils doivent revoir leurs méthodes et décisions managériales particulièrement celles qui touchent à l'investissement.

Nous prenons à titre d'illustration le cas d'étude des quatre terminaux en surbrillance dans le graphique ci-dessus (figure 46).

Le terminal n° 5 (MSC Valencia)

Le MSC Valencia est un terminal dont les scores sont 100%, ce terminal est repéré sur les deux frontières. Il est géré de manière efficace, comme il opère à une échelle optimale, nous pouvons constater qu'il s'agira d'un pair ou benchmark pour les autres terminaux. Cela n'implique pas que la marge d'amélioration est absente, il peut améliorer sa productivité.

Dans la figure 47, nous constatons que ce terminal se situe sur la section dont y sont présents les terminaux qui obtiennent un score d'efficacité totale de 100%, ce qui implique que c'est un port techniquement efficace et qui opèrent à une échelle optimale, c'est un terminal de nature de rendement d'échelle constant, aucun mouvement sur ne peut être fait étant donné que dans

le cadre de la méthode DEA, une DMU ne peut obtenir un score supérieur à 100% donc ne peut aller au-delà de la frontière.

Le terminal n° 3 APM terminal (du port Algésiras)

Ce terminal est géré d'une manière efficiente, mais pour devenir aussi productif que les terminaux situés sur la frontière CRS, il doit modifier sa taille, pour se faire, il doit se déplacer sur la frontière CRS qui parte de l'origine et croise les terminaux (ou le terminal) qui se trouvent sur la droite la plus avancée c'est-à-dire dont le score est de 100% sans faire l'enveloppe (qui reste la spécialité de la courbe VRS). Le terminal 3 est listé parmi les terminaux qui opèrent à une échelle décroissante, en fait, qui représente la majorité de l'échantillon.

Le terminal n° 2 Eurogate Tangier terminal (Port du Tanger-Med)

Le terminal n° 2 Eurogate Tangier terminal, nous observons dans la figure 48 que ce terminal ne figure ni sur la frontière CRS ni sur la frontière VRS, on dit alors qu'il est inefficace et inefficent sur les deux frontières, cependant, il demeure proche des deux frontières à la fois, car ils se situent face à la section qui témoigne la présence des terminaux, dont l'efficacité, est totale et de rendement d'échelle constant.

Pour identifier la nature de rendement d'échelle de ce terminal, la productivité des terminaux qui se situent sur l'enveloppe doit être analysée, trois situations peuvent se présenter :

-Les terminaux T27, T14, T24, T31 et T5 dispose de la productivité la plus forte parmi tous les autres terminaux, ils évoluent dans une situation de rendement d'échelle constant, ils ont atteint leurs tailles optimales comme nous venons de l'évoquer, ils opèrent à un point où la taille n'exerce pas d'impact sur la productivité, leurs consommations de ressources respectives sont minimisées et ne varient pas avec une augmentation d'output produit et vice versa. Autrement dit, la production de 1% implique une variation proportionnelle dans la consommation d'input soit de 1%.

-Les terminaux qui se trouvent sous le trait en pointillé (voir figure 47) ou leurs projections (en effectuant le déplacement sur la frontière VRS), évoluent dans une situation de rendement croissant, dans ce cas la taille exerce par conséquent un impact positif sur la productivité, dans ce cas la production augmente d'un certain pourcentage quand la consommation des

ressources diminue de mêmes pourcentages. Les terminaux qui évoluent dans une telle situation peuvent améliorer leurs efficacités en faisant grimper leurs productions respectives.

-Les terminaux au-dessus du trait en pointillé dans la figure 47, évoluent dans une situation d'échelle décroissante, cette situation se produit lorsque la taille exerce un impact négatif sur la productivité, ces terminaux ont dépassé d'ores et déjà leurs tailles optimales.

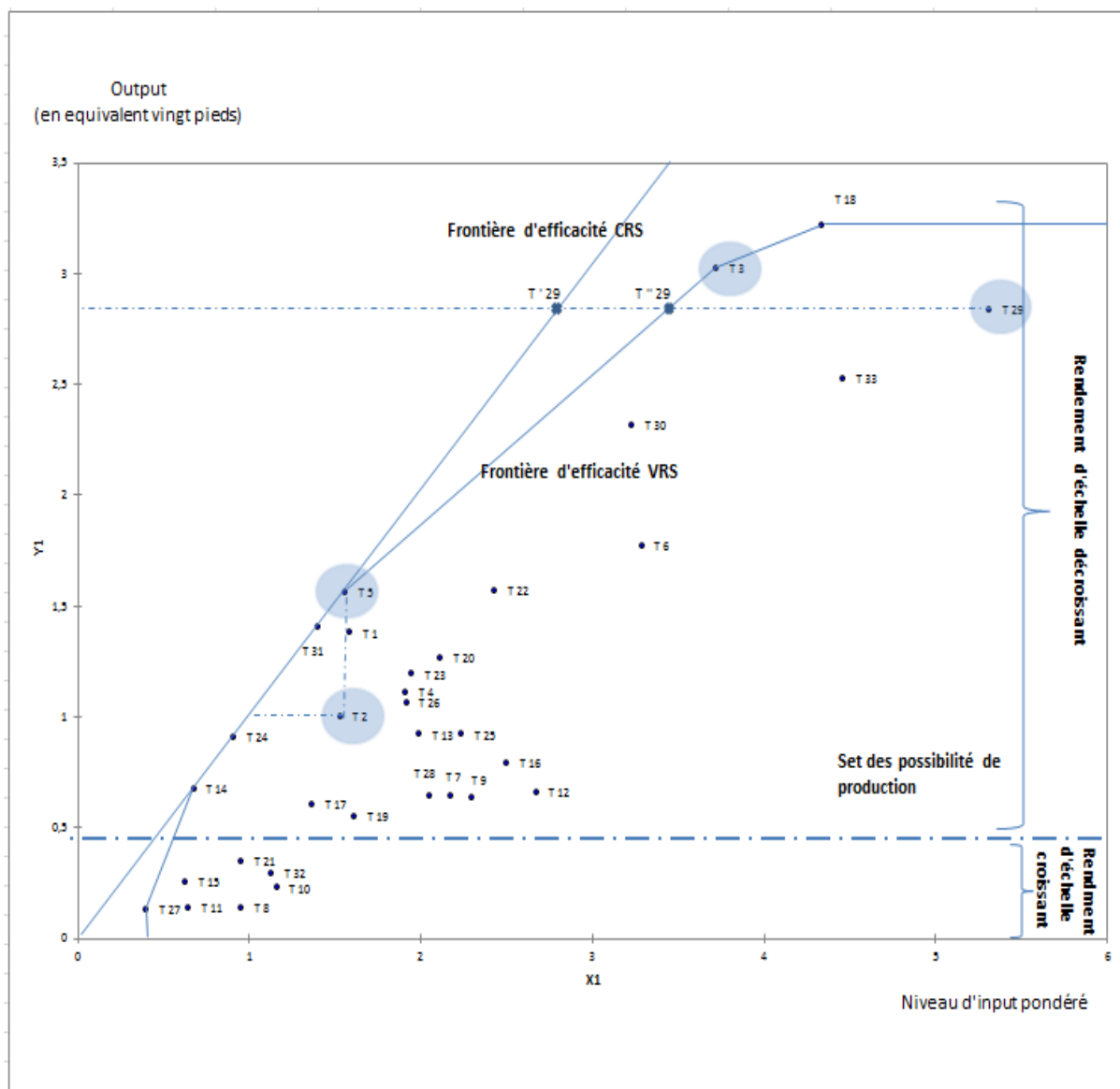
Ainsi, le terminal 2 a deux choix : soit il doit se déplacer vers le point T2' (figure 46), il va aussitôt se retrouver sur la frontière CRS, mais avec un mouvement horizontal, dans ce cas l'orientation est vers les inputs, le terminal doit alors dégringoler son niveau de mix-input pour même nombre d'outputs, sa situation se rapprochera in situ du terminal 24 (SECH du port Genova), soit il doit augmenter sa production, ici l'orientation est vers l'output, en gardant le même nombre des inputs, sa situation se rapprochera de la situation du terminal n°5 (MSC valence), nous rappelons que les deux terminaux font figure dans la liste des *benchmarks* du ce terminal (tableau 40).

Le terminal n° 29 Med Center Container Terminal (Port du Gioia Tauro)

Ce terminal doit se déplacer comme le terminal 2 ne profite d'aucune économie d'échelle, il est également n'est pas techniquement efficace, il ne se situe sur aucune des frontières, son score est de 53.4%, il doit se déplacer tout d'abord sur la frontière VRS (du point T29 vers T"29) ensuite sur la frontière CRS (du point T"29 vers T'29), le premier mouvement implique que seule l'échelle devra s'améliorer, l'écart sera d'autant réduit, le terminal peut ensuite améliorer son échelle c'est-à-dire la taille à laquelle il opère.

En prime, le terminal Medcenter dispose d'une taille qui fait agir négativement la productivité, le terminal opère à une taille non optimale. La productivité de T 29 ($2.838/5.314 = 0.534$) est inférieure à celle de T 18 (Suez Canal terminal du port de l'Égypte) ($3.217/4.338 = 0.742$). le ratio de productivité diminue avec la taille.

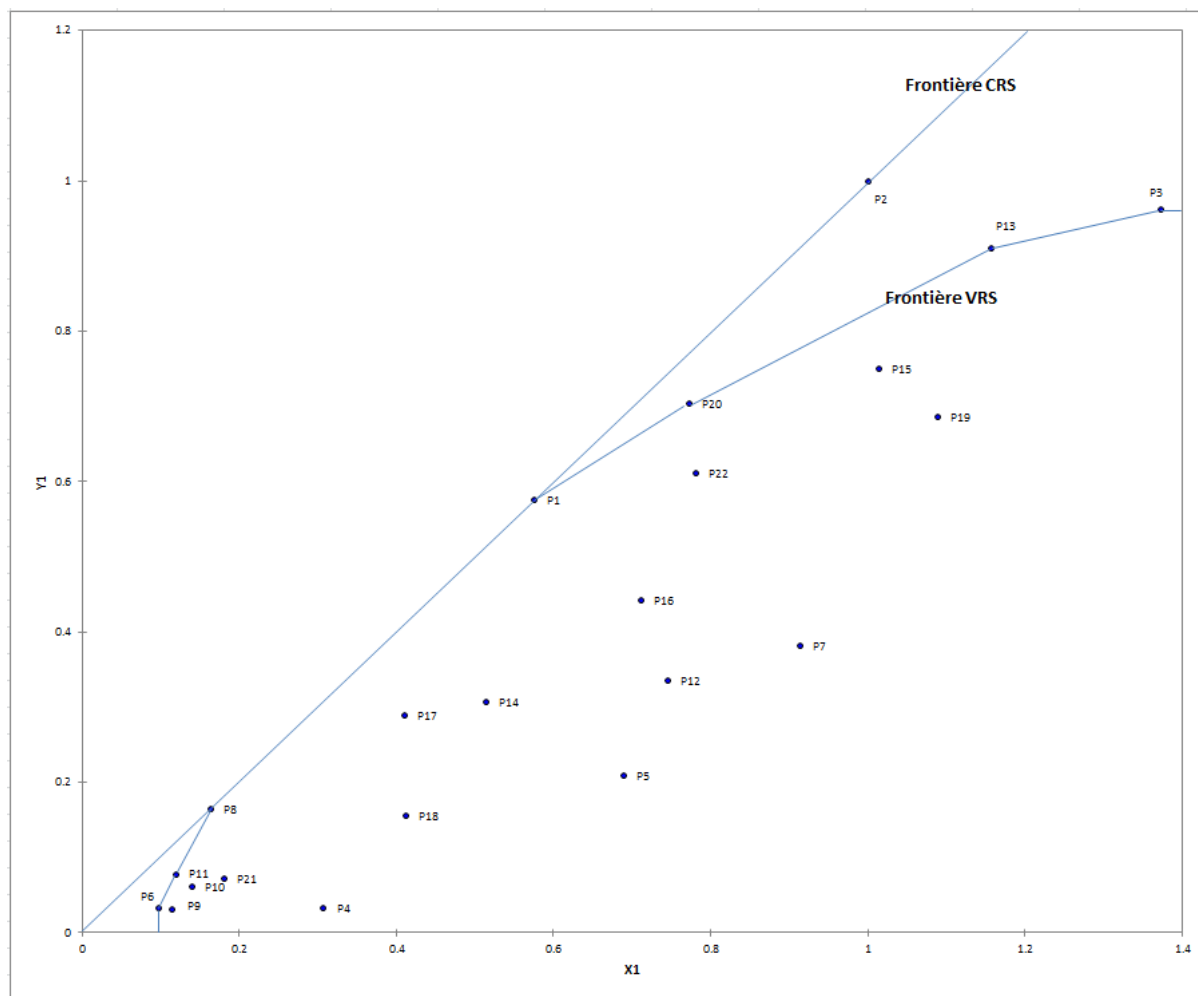
Figure 47 : Illustration des frontières CRS et VRS et nature de rendement d'échelle



2.2 DEA frontière d'efficacité pour cas des ports :

Dans le cadre des données de Panel, nous disposons de 196 observations pour les ports à l'étude, dès lors, nous pouvons illustrer le déplacement de la frontière d'efficacité due aux changements de technologie qui se sont intervenus au cours de la période "frontier shift". Pour se faire, il va falloir tout d'abord représenter la frontière pour chaque année, ensuite mélanger dans un seul graphique l'ensemble des frontières. Nous présentons l'année 2013 qui servira de comparaison avec les TC.

Figure 48 : Ensemble de production des ports à conteneurs (illustration des frontières CRS et VRS)



Les ports qui se localisent sur la frontière CRS sont de nature de rendement constant, ils sont efficaces techniquement et en échelle. Des ports se situent sur la frontière d'efficacité VRS présentent un problème de taille, ils doivent ajuster vers une taille dite optimale. D'autres ports sont sous les deux frontières, ils ont des problèmes de gestion et de taille.

Les données de panel présentent l'avantage de visualiser l'effet de changement technologique.

Port Tarragona (Espagne) :

		Production evp	Eff Tot	Eff Tech pure	Eff échl	Rendement
2006	Tarragona port	12202	2.4%	0.024	0.991	drs
2007	Tarragona port	47136	8.8%	0.089	0.988	drs
2008	Tarragona port	47418	8.2%	0.082	0.996	constant
2009	Tarragona port	221203	40.1%	0.405	0.991	irs
2010	Tarragona port	255407	29.3%	0.391	0.749	drs
2011	Tarragona port	225748	28.6%	0.367	0.780	drs
2012	Tarragona port	188872	28.6%	0.367	0.780	drs
2013	Tarragona port	147246	19.4%	0.247	0.788	drs
2014	Tarragona port	148636	25.3%	0.323	0.783	drs

Le port de Tarragona a subi l'effet technologique, l'efficacité est réelle, car le choc sur le score d'efficacité est notable, sur le plan pratique, c'est la décision d'investissement qui rend variable le score d'efficacité pour un niveau donné d'inputs. Le rendement est décroissant à l'échelle, le port subit les effets de la déséconomie d'échelle. Le port est composé d'un seul terminal, il s'agit du terminal DP World Tarragona. La comparaison entre les données de port et du terminal ainsi que le résultat des scores font paraître un statut de rendement différent :

		evp	Eff Tot	Eff Tch pur	Eff échel	Rendemt
2013	Tarragona port	147246	0.194	0.247	0.788	drs
2013	DP World	147246	0.248	0.344	0.722	irs

Les valeurs ne sont pas d'une différence importante, alors que le statut de rendement diffère. Ceci s'explique par deux raisons :

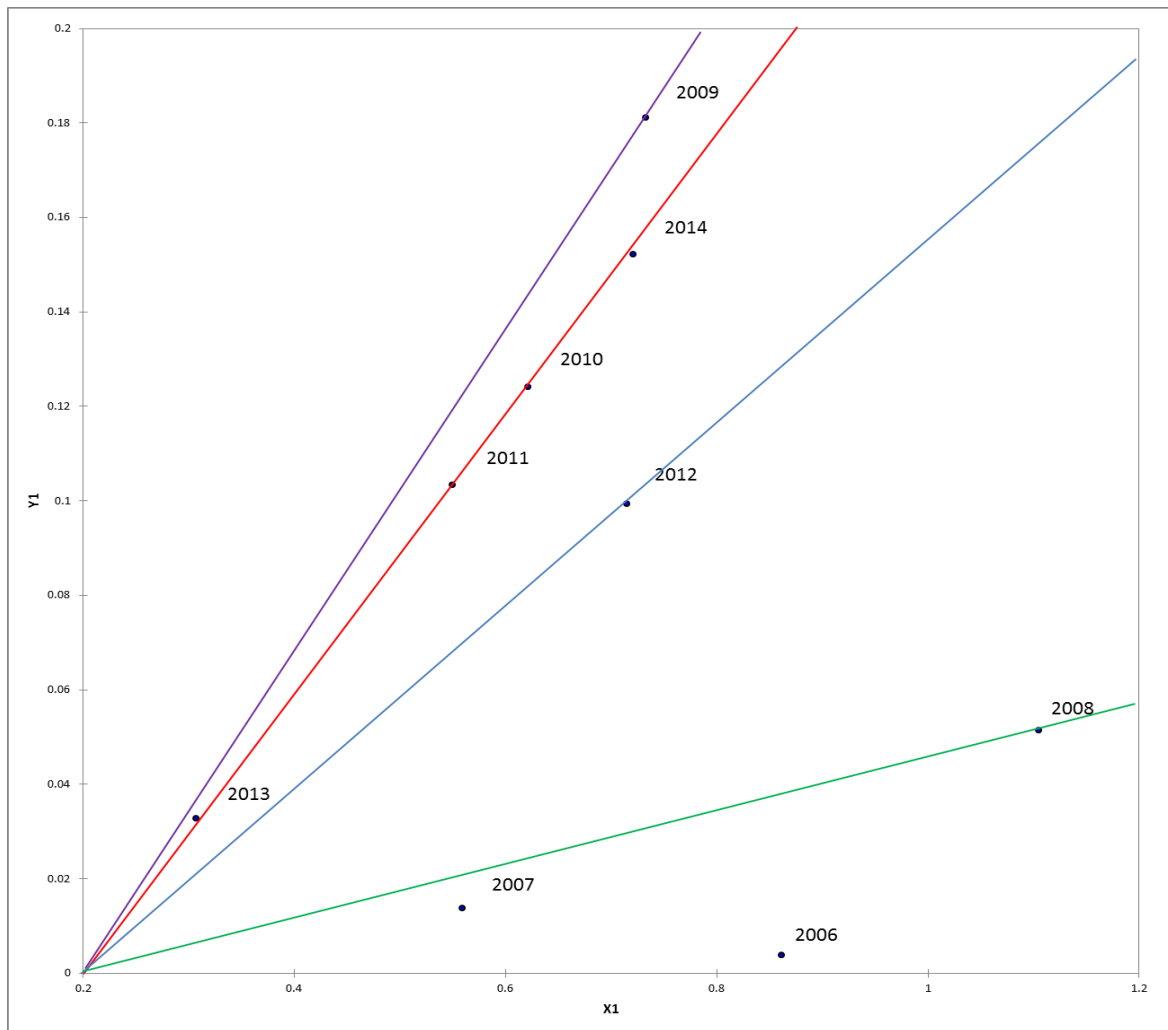
- Les données de port sont de type de Panel, dès lors, la puissance d'expliquer le phénomène est énorme en comparaison au type de donnée transversale.
- Le statut s'explique par la position par rapport aux autres unités, dans le cas des terminaux, le terminal de Tarragona est repéré comme ayant un statut croissant à l'échelle, il dispose d'immense marge d'amélioration, les inputs ne sont pas fixes.

Le statut dans le cas du port diffère, il s'agit du rendement décroissant, la comparaison entre demande et investissement réalisé au cours de la période semble décisive dans la détermination du statut.

Ainsi le port de Tarragona dispose d'énorme capacité en comparaison à la demande dont il profite. Le port ne cesse de croître ces capacités sans une réponse du marché. Pour un volume de 12202 (très bas) il dispose de 600 mètres de linéaire, 32 hectares, 14.4 de profondeur, 300 000 evp de capacité et 2 portiques, le port a procédé en début 2009 à l'extension du port portant le linéaire de quai à 1056 m, la superficie à 40.5, la profondeur à 16.5, la capacité à 400 000 et le nombre de portiques à 5 portiques, le niveau d'inputs à participer à l'amélioration de la demande, 221 203 evp, le score s'est élevé de 2.4% (2006) à plus de 18% (2009), au début de la période 2012, la demande a regagné, le port a perdu du trafic s'installant à 188 872 evp, ceci a eu des répercussions sur sa performance. Le port a d'énormes capacités pour une faible demande, le déséquilibre entre ces deux variables est la source du statut décroissant à l'échelle.

Le score pour le cas du terminal est meilleur que dans le cas du port pour la même année, ceci s'explique en toute évidence par la différence au niveau des inputs, les données tracent un niveau d'input supérieur dans le cas du port que dans le cas du terminal, donc, pour un même niveau d'output, les terminaux travaillent avec moins de ressources, l'efficacité est en revanche supérieure à celle du port.

Figure 49 : Effet de changement technologique port de Tarragona



Port Ambarli (Turquie)

Le port Ambarli est un port de grande taille, nous observons que son niveau input n'a pas trop changé, le programme d'investissement vise particulièrement les équipements du travail (les portiques) en portant le nombre de 6 portiques à 17 portiques au long de la phase d'étude. Le statut de rendement est constant, ce qui est intéressant, une création de nouvelle capacité est remplie par un nouveau trafic.

Suite à l'élargissement du port, la demande alors réagit parfaitement, les ressources absorbent le trafic généré, le port pousse chaque fois les limites vers d'autres horizons de marché.

La situation des trois terminaux est différente, d'un statut plutôt décroissant à l'échelle. Ceci semble une stratégie des opérateurs et exploitant des terminaux face à la situation oligopolistique du marché, par la surcapacité les terminaux cherchent à enfreindre et barricader le chemin au nouvel entrant.

periods	ports	Production evp	Eff Tot	Eff Tech pure	Eff échelle	Rendement
2006	Ambarli port	1446000	0.866	1.000	0.866	drs
2007	Ambarli port	1940000	1.000	1.000	1.000	constant
2008	Ambarli port	2262000	0.996	1.000	0.996	drs
2009	Ambarli port	1836000	0.886	0.926	0.957	drs
2010	Ambarli port	2540000	1.000	1.000	1.000	constant
2011	Ambarli port	2700000	1.000	1.000	1.000	constant
2012	Ambarli port	3097000	1.000	1.000	1.000	constant
2013	Ambarli port	3378414	1.000	1.000	1.000	constant
2014	Ambarli port	3488000	1.000	1.000	1.000	constant

Port	Ambarli port	Production evp	Eff Tot	Eff Tech pure	Eff échelle	Rendmt
Port	Ambarli port	3378414	1.000	1.000	1.000	constant
Terminal	Mardas – Contr Term	376452	0.564	0.576	0.98	irs
Terminal	Marport Terminal Operators	1705962	0.962	0.981	0.981	drs
Terminal	Kumport	1296000	0.729	0.788	0.925	drs

C. Politiques qui intéressent le secteur portuaire

Les ports sont vitaux pour l'économie des pays méditerranéens, de bonnes connexions entre ports et terminaux de différents pays sont indispensables à la croissance et à la prospérité de la région.

Nous nous focalisons sur les politiques du transport qui intéressent le domaine portuaire principalement de l'UE et du Maroc.

Notre échantillon comprend des ports de différents pays, donc différentes politiques et surtout différentes régulations.

Pour les pays de l'Europe, la majeure partie de l'échantillon, **la nouvelle politique de l'UE** dans le domaine des infrastructures propulsent la dynamique portuaire de ces pays en mettant en place un réseau efficace de transport dans l'ensemble des 28 États membres, relié aux pays voisins et au reste du monde, qui servira de tremplin à la croissance et à la compétitivité. La nouvelle politique prévoit de tripler le financement pour la période 2014 à 2020 à hauteur de 26 milliards d'euros en faveur des transports en recentrant ces fonds sur un réseau central précisément défini, celui du marché unique européen, l'objectif étant la performance logistique, soutien économique à l'industrie et à la réindustrialisation, aménagement durable.

Dans ce sens le **RTE-T** (le Réseau Trans-Européen-T) cherche 1) à améliorer progressivement les échanges en particulier l'interopérabilité des divers réseaux constitutifs; 2) développer la cohésion sociale et l'intégration régionale et territoriale entre États européens en vue de la création d'un véritable marché unique et 3) à réduire les émissions de gaz à effet de serre¹²⁰. Bien que la nouvelle politique européenne vise les États membres de l'UE, les impacts sur les États voisins demeurent non négligeables.

Le RTE-T vise à établir un réseau multimodal unique pour une meilleure sécurité et efficacité du trafic. Les ports forment un élément primordial du RTE-T. les ports sont des lieux de transformation des modes de transports, ils forment le lien entre modes du transport maritime et terrestre. Depuis 2003, le programme RTE-T est géré par l'Agence

Le programme **Marco Polo II**, initié en 2007 et reprenant les objectifs du Marco Polo I (achevé en 2006), il intègre cependant de nouvelles dispositions avec un budget accru et une couverture géographique plus large, depuis 2008, le programme Marco Polo II est géré par l'Agence exécutive pour la Compétitivité et l'Innovation (EACI) de la Commission européenne. Son fonctionnement vise entre autres le développement de l'intermodalité, l'amélioration logistique les NTIC au service d'optimisation des transports, la création d'autoroutes de la mer, l'amélioration de la compétitivité des modes de transports réputés sous exploités. La commission entend contribuer à un transport efficace et soutenable (durable).

¹²⁰ Les **gaz à effet de serre** (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et contribuent à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est l'un des facteurs d'impact à l'origine du récent réchauffement climatique. <https://fr.wikipedia.org>

Le **transport maritime à courte distance** ou **cabotage maritime**¹²¹, est le transport de fret ou de passager en Europe géographique, au Proche et Moyen-Orient ainsi qu'en Afrique du Nord, ce service permet de réduire la congestion, de rendre compétitif le transport en terme de coûts à la tonne/km, de s'intégrer parfaitement dans les chaînes logistiques d'entreprises qui ont besoin de transport porte-à-porte grâce à la facilité de gestion des flux et des stocks, le cabotage à courte distance est le moyen le plus efficace en terme de performance environnementale et le moyen le plus sûr (nombre d'accidents le plus faible), il existe une vingtaine de centres de promotion de transport à courte distance. Le RTE-T et Marco Polo ainsi que plusieurs autres politiques et programmes font la promotion du concept de cabotage maritime.

Le **Réseau mondial des villes Portuaires** est l'unique organisation mondiale qui rassemble depuis 25 ans tous les acteurs des villes portuaires. Le réseau compte actuellement 185 ports, villes, entreprises ou organismes publics répartis sur 46 pays. L'association est le témoin privilégié des mutations en cours dans les villes et les ports du monde entier. Elle accompagne ses adhérents dans la mise en œuvre de nouvelles stratégies pour leur permettre de mieux faire face aux changements qui s'annoncent et qui impactent le développement économique, social et environnemental de la ville portuaire : intégration urbanoportuaire, réorganisation mondiale des circuits économiques, défi de l'intégration sociétale, changement climatique, etc.¹²² le site officiel a récemment publié un article sur la ville de Tanger et le développement des projets portuaires de la ville.¹²³

Au Maroc, la politique portuaire à l'horizon 2030 vise la spécialisation des ports du royaume, elle vise le regroupement à base de six pôles : le pôle de l'Oriental (port de Nador), le pôle du Nord-ouest (ports de Tanger et Tanger Med), le pôle de l'aire Kenitra-Casablanca (ports de Casablanca, Mohammedia et Kenitra), le pôle Abda-Doukkala (ports de Jorf Lasfar et Safi), le pôle Souss-Tensift (port d'Agadir) et le pôle du Sud (ports de Tan-Tan, Laâyoune et Dakhla). Ce regroupement portuaire doit permettre d'aligner la gestion et l'organisation des ports

¹²¹ « Par transport maritime à courte distance, on entend l'acheminement de marchandises et de passagers par mer entre des ports situés en Europe géographique ou entre ceux-ci et d'autres ports situés dans des pays non européens ayant une façade sur une mer fermée limitrophe de l'Europe. Le transport maritime à courte distance recouvre à la fois les activités de transport maritime nationales et internationales, le long des côtes et au départ et à destination des îles, des fleuves et des lacs. Il comprend également les services de transport maritime entre les États membres de l'Union et la Norvège, l'Islande et les États riverains de la mer Baltique, de la mer Noire et de la mer Méditerranée. ». <https://fr.wikipedia.org>

¹²² <http://www.cluster-maritime.fr/>

¹²³ Tanger : un voyage d'étude passionnant et très fructueux. <http://www.aivp.org/>

marocains sur les standards internationaux, tout en intégrant la déclinaison territoriale régionale, selon la Direction des études et des prévisions financières (DEPF).

Nous n'avons pas analysé l'impact de ces politiques et régulations sur l'efficacité portuaire, mais certes nous avons dressé une image qui aidera à comprendre l'incrustation de la question de la performance et efficacité portuaire dans les différentes politiques et régulations économiques qui régissent l'ensemble des échanges et du transport intermodal.

Dans cette section nous avons mis en comparaison les ports et terminaux à conteneurs à la lumière des particularités des modèles discutés dans ce travail. En pratique, la différence entre la nature de rendement décroissant et croissant réside dans la décision d'investissement, pour le rendement croissant, plus d'investissement augmente la productivité du terminal. Pour le rendement décroissant, plus d'investissement baisse la productivité totale des unités de production port/terminal. Cette recherche reste incomplète faute d'une analyse de la productivité par des indicateurs partiels de productivité. Nous comptons développer une analyse de ces indicateurs dans le cas du port Tanger-Med.

SECTION III : Analyse de la productivité logistique des terminaux : étude empirique de cas tanger med

Dans cette partie, nous tentons d'évaluer, dans le cadre du modèle empirique UNCTAD, la performance opérationnelle de terminal à conteneurs Tanger Med (Phase I). Le modèle implique d'analyser la capacité du port/terminal qui engage la mesure des indicateurs de productivité du port/terminal. Ces derniers sont rattachés à la prestation des équipements, des activités et de l'opération.

Nous présentons quelques résultats basés sur les statistiques du port. Il nous est important de reconnaître les différents indicateurs de performance d'un terminal à conteneurs au niveau de production/Opération.

En effet, l'évaluation de la performance est complexe, ici, le concept se réfère à la performance logistique d'un terminal à conteneurs, elle fait appel à la compréhension étendue

de l'ensemble des processus de production dans un terminal, c'est-à-dire le processus d'opérer un navire au sein du terminal et les différentes dynamiques qui en découlent.

Le terminal à conteneurs pourvoit les compagnies maritimes et armateurs connus par les "lines" ou lignes maritimes par un ensemble de services logistiques et facilités en terme des opérations de déchargement, chargement, services particuliers dont Transvasement (*Stripping & Stuffing*), Certificat de non-Manipulation, fuel pour navire (*bunkering*), magasinage des conteneurs (*Storage*), L'amarrage du navire (*Berthing/Unberthing*) et opérations d'arrimage (*lashing/unlashing*), service de ballastage (gestion de profondeur ou tirant d'eau du navire), gestion spéciale des frigorifiques, service d'étiquetage (*labelling*) des IMDG¹²⁴ (conteneur de classe dangereuse), pesage des conteneurs directs (*weighing*) réparation de conteneur ou de différents équipements de structure de navire, etc.

L'agence spéciale (TMSA) représente l'État dans le port Tanger Med -connu dans le jargon maritime par le *landlord dispos* des terrains (*Yard*) et des équipements portuaires que l'agence mette à la disposition des opérateurs, ces derniers s'occupent de l'exploitation et de la gestion du terminal et de ses équipements, le contrat (partenariat public privé) qui lie ces deux intervenants de secteur prend généralement la forme de concession.

A. Présentation du modèle empirique UNCTAD (CNUCED)

1. Les mesures de performance et processus du terminal

La quête à l'amélioration continue de la performance est d'une importance cruciale, comme toute industrie, l'industrie maritime mesure sa performance, en terme de l'efficacité (plein emploi des ressources), et de l'efficacé (productivité des équipements) qui permettent la réalisation des objectifs prédéterminés (Mentzer et Konard, 1991), la compétitivité internationale du port d'une nation reste tributaire de ces facteurs d'efficacé et d'efficé (Tongzon, 1989, Chin et Tongzon, 1998), l'acquisition des équipements est très coûteuse, les grues de quai (*Quay crane*) sont évaluées à 8 millions de dollars américains (Slack 2001), une sous-utilisation des équipements engendre un manque à gagner (*capital loss*) et des coûts supplémentaires de recourir au terminal, qui causent des retards au navire (mesuré par le ratio de *turn-around-time*), et par conséquent, un manque à gagner au consommateur final (Tahar et Hussein, 2000).

¹²⁴ *International maritime dangerous goods*

Certains auteurs limitent leurs approches de mesure de performance à l'approche financière, selon Leonardo, la performance peut être mesurée à partir de la perspective "valeur ajoutée" (*value added perspective*), qui est définie comme étant une différence entre le revenu du terminal et le coût du terminal, UNCTAD¹²⁵ (CNUCED en français) à présenter dans un tableau un ensemble d'indicateurs de performance selon les deux approches : financière et opérationnelle (Alain CHAMBREUIL, CETMEF, 2011)¹²⁶, une telle distinction peut servir de référence (Marlow et Casaca, 2003), d'autres préfèrent le calibrage de performance par comparaison des ports tout en les mettant dans des boules homogènes (homogénéisation catégorique), une tâche qui n'est pas du tout simple (complexité des ports), (Valentine et Gray, 2000), l'évaluation de la performance par le calcul de la productivité (Tabernacle, 1995; Bendall et Stent, 1987; De Monie, 1987) est tout de même traditionnelle, un certain progrès en la matière est notable, les approches économétriques, holistiques baptisées *Data Enveloped Analysis* (DEA) et *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) commencent à se répandre dans le milieu scientifique (Culliane et al, 2004 ; Saches et al, 2002) (section 3 et 4).

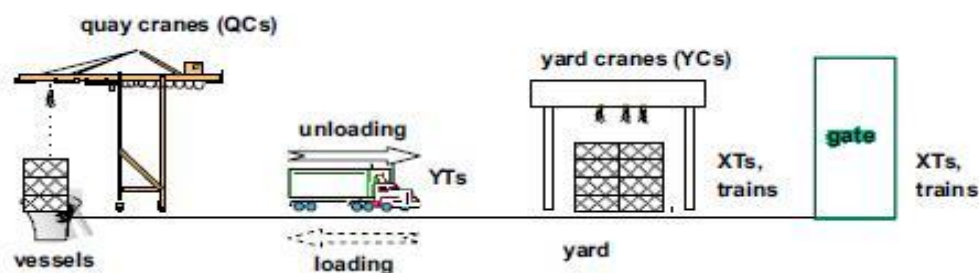
En revanche, la capacité du terminal dépend d'un nombre considérable de variables ce qui fait que l'analyse de la capacité de port demeure dynamique faisant interagir plusieurs éléments interdépendants et spontanés (Bichou et Gray, 2004), qui concernent les décisions stratégiques de l'opérateur maritime, qui tient compte de la localisation du terminal, de la longueur et du nombre de quais, de la profondeur de la mer, de la superficie de la zone intermédiaire sous les grues (apron area), de la superficie de la cour, de la nature des équipements verticaux (grue de quai et de cour) et des équipements horizontaux (transport interne du terminal), du système de transport choisi, de degré d'automatisation, etc. chaque décision impact l'autre. (Vis et Koster 2003).

La capacité est un thème compliqué, la mission de faire ce genre d'analyse est confiée généralement à des consultants experts, les premières analyses se font approximatives basées sur les caractéristiques de la demande et du port lui-même, ces analyses sont différentes dans la pratique suite à l'influence des facteurs de la productivité. Cette dernière est imbriquée dans le processus du terminal, elle en dépend, la figure suivante présente un schéma typique du processus de production dans le terminal:

¹²⁵ United Nations Conference on Trade and Development. Ad-Hoc Expert Meeting 2012.

¹²⁶ Centre d'Etudes Maritimes et Fluviales, République Française, 2010.

Figure 50 : Schéma typique du processus de production dans un port/terminal



Matthew E.H. Petering et Katta G. Murty (2008)

La performance début des opérations (cycle de chargement ou déchargement), la documentation est envoyée au terminal sous forme des EDI qui intègrent le système d'information exploitable à des fins de planification des opérations exécutables et suivi en temps réel, la documentation confirmable est renvoyée à la ligne maritime en fin des opérations, cette boucle s'étend du moment de l'arrivée d'un navire jusqu'à son départ. La performance renvoie aux concepts incrustés dans le processus, tels que le nombre de *throughput* annuel (débit), la productivité des engins principalement celle de la grue de quai (point nodal de système de performance), le taux d'utilisations de la capacité quai, yard et gate, la durée d'exécution, la performance du système du transport interne (*prime route*), etc.

2. Cadre conceptuel du modèle UNCTAD

Pour évaluer la performance du terminal, nous proposons d'appliquer le modèle analytique UNCTAD¹²⁷ 2012. Cette méthode empirique propose d'analyser la capacité du terminal en fonction d'un nombre de facteurs sous-jacents de la productivité opérationnelle. Carle A. Thoresen¹²⁸ dans son principal ouvrage propose d'ores et déjà les critères de base de la performance à prendre en considération dans les modèles d'analyse de la capacité d'un terminal à conteneurs.

Il nous est apparu d'emblée que l'exploitation du modèle d'analyse de l'UNCTAD présente l'avantage de fournir un cadre d'évaluation de la performance opérationnelle du terminal. La capacité ne doit pas être perçue comme statique c'est-à-dire que le changement ne peut être introduit facilement qu'en moyen de lourde charge d'investissement, que son calcul se limite en avant-projet, elle est bel et bien dynamique et dépendante des facteurs de production

¹²⁷ Ana, Soberón, the Capacity in Container Port Terminals, UNCTAD, 2012.

¹²⁸ Thoresen Carl A. "Port Designer Handbook: Recommendation and Guideline", Thomas Telford Publishing, pp. 304-3332003, 2003,

(Dundović & Hess, 2005), par exemple le taux de rotation (*dwell time*) des conteneurs peut modifier largement la capacité (Filip Merckx, 2005), cette dernière reste évolutive, elle change dans le temps ! La capacité d'un terminal se réfère au système complexe, la méthodologie de système dynamique permet d'étudier les relations dans le système par l'approche cause effet (Forrester 1961, 1968 ; Senge 1990, Sterman 2000), exemple de modèle *Causal Loop Diagram* (Deepankar Sinha, 2012).

En effet, nous proposons d'évaluer la performance du port (terminal) par la capacité à l'aide des modèles de simulation développés par UNCTAD. Le concept composite de la capacité est une approche adaptée à l'activité portuaire, la structure du modèle est présentée en deux étapes : la simulation de quai et la simulation de yard. Le premier niveau agrège le nombre de facteurs propre aux processus d'opération dans la zone de quai, le second niveau agrège les facteurs de performance propre à la zone des activités au parc de stockage.

Les facteurs de performance s'appuient sur des variables d'action que le management exploite en vue de prendre des décisions, ils (facteurs) deviennent alors des indicateurs de performance. Selon Monfort (2011), la capacité peut être définie comme le débit (trafic) maximum que le port peut performer dans un scénario donné¹²⁹. La capacité représente le meilleur ou le maximum niveau d'exploitation (*best operating level*) des installations portuaires (Gaither et al 2004). La capacité est défini comme (Chase et al 2004) : Niveau d'exploitation = Capacité utilisée / Niveau maximum d'exploitation. Le seuil de la capacité diffère suivant l'approche de mesure adoptée (Thoresen, Forrester, Sterman, Senge...). Le concept de la capacité a évolué dans le temps, il y a une extrémité d'indicateurs de performance pouvant interagir dans le concept de la capacité, les modèles UNCTAD ont évolué en fonction des développements de l'industrie portuaire et maritime.

Le modèle s'inscrit dans le cadre des approches empiriques, UNCTAD a développé le modèle de 1985 et il y considère : le débit annuel, la productivité du terminal, le coût et la taille des installations portuaires et principalement la qualité du service.

Le modèle de Frankel 1987 préconise l'importance des quatre principales considérations dans la capacité du terminal : la demande totale de conteneurs (débit), l'air requis, le système du

¹²⁹ Monfort et al, Seaport Capacity Handbook: Application to Container Terminals, Valencia Foundation, 2012.

transport adopté et le coût du système. Le modèle de Niswari 2005 assume que la capacité du terminal est déterminée par les mouvements du quai, basé sur le trafic annuel¹³⁰.

Les modèles des auteurs dans le cadre de l'UNCTAD proposent d'intégrer dans le modèle de simulation toutes les variables susceptibles d'influencer la capacité et de prendre ainsi en compte l'évolution du domaine des ports et terminaux à conteneurs.

Notre étude tente d'évaluer la performance du terminal par la mise en pratique des modèles analyse de la capacité, ces derniers seront appliqués sur notre cas d'étude : le port Tanger Med dans sa phase I.

3. Présentation du modèle empirique UNCTAD

Indicateurs de productivité et de performance :

- Débit annuel (*throughput*):

Le concept du débit annuel est le plus important dans la mesure où il détermine la performance globale du terminal, le volume est exprimé en mouvement comme en EVP (*Equivalent vingt pieds*), généralement il est subdivisé en plusieurs types de trafic (Import, Transbordement, Vide, Plein, Frigorifique, Dangereux...)

- Le niveau de service :

Les lignes maritimes perçoivent la qualité de service en fonction de la somme à payer chaque fois que leurs navires séjournent au port (terminal), et de la durée d'escale. La qualité perçue est fonction décroissante du délai de service. Le niveau de service se calcule à partir du quotient suivant:

Durée d'escale (T) / Volume par navire

La durée d'escale est la somme des quatre variables temps suivantes :

- Durée d'attente (*Anchorage*).
- Durée de pilotage (*pilot station and sailing time*).
- Durée des activités lamanage (*mooring and lashing*).
- Durée de service (*berthing time*).

¹³⁰ K.Loke, A. Kader, A. Zamani, Conceptual framework for the evaluation of container terminal's expansion by marginal approach, The International Conference on Marine Technology, 2010.

- Taux d'utilisation du quai (*Berthing Occupancy – BO*):

La longueur du navire et sa durée de séjour dans le terminal sont nécessaires au calcul du taux d'occupation du quai, la formule ci-après permet de déterminer le taux d'occupation:

Taux d'utilisation = Somme (Longueur du navire x durées de service) / (Longueur du quai x 24 heures x chaque jour du mois)

Le taux d'utilisation détermine le rapport de la capacité opérative du quai sur sa capacité théorique (physique) en mètre d'heures, le terminal ne peut se fier seulement à la variable temps pour déterminer l'occupation du quai, mais également à la variable distance (des navires), il est aussi important de prendre en considération la marge entre navires.

- Taux d'utilisation du parc (*Yard Occupancy*):

Le taux d'utilisation de yard définit le pourcentage de la capacité réelle sur celle opérative, le terminal saura à travers à combien il est de sa pleine exploitation pour un débit donné.

Modèle de simulation de la capacité de quai (Berth Capacity) :

Le cadre mathématique du modèle bord de quai se présente ainsi :

Tableau 55 : Modèle de simulation capacité de quai de Tanger-Med I

Berthing Capacity = (BO x CI x GCP x Hrs x TEU Factor)
<ul style="list-style-type: none">• <u>Variable expliquée : Fonction objective de la capacité de quai</u> BC pour Berth Capacity représente la capacité du bord à quai.• <u>Variables explicatives ou contraintes :</u> BO : <i>Berth Occupancy (utilization)</i> est le taux d'utilisation de quai. CI : <i>Crane Intensity</i> représente en moyen le nombre de portiques en service dans un navire donnés. Hrs : <i>Hours</i> se réfère au temps de service du terminal. GCP : <i>Gross Crane Productivity</i> est le facteur d'excellence du port, c'est la productivité des portiques. Teu factor : facteur équivalent vingt pieds, unité de mesure des conteneurs en 20 et 40 pieds.

La simulation de la capacité du quai doit nécessairement être complétée par la simulation de la capacité du parc, le volume de conteneurs accueilli du quai aurait à rester pour une période déterminée dans la cour du terminal.

Modèle de simulation de la capacité de yard:

La capacité du terminal dépend largement des engins utilisés dans le parc, la configuration du yard y diffère largement suivant le système du transport interne.

Créneaux de stockage (*Storage slots*) :

Le cadre mathématique de l'analyse de la capacité de yard se présente ainsi :

Tableau 56 : Modèle de simulation capacité de yard de Tanger-Med I

Teus visits = $TGS^* \times \text{Stacking density} \times \text{Stacking Height} \times 365 \text{ (jours)} / \text{Dwell time (jours)} \times \text{peak factor}$

TGS : *total ground slots*, les créneaux disponibles au niveau de terreplein.

Dwell time : délais de séjour de conteneur.

Stacking height : hauteur de la pile, combien de conteneurs peut-on empiler en hauteur.

Stacking density : densité d'empilement des conteneurs

Peaking factor : facteur de crête permet de savoir le facteur de plus grand volume que le

La notion de facteur de crête est cruciale, afin de satisfaire au mieux les besoins des clients, la capacité doit se conformer à la saisonnalité mesurée par le facteur de crête (*peaking factor*) et non sur la demande moyenne, dans ce sens, la théorie de contrainte écrite par Goldratt & Fox dans leur ouvrage intitulé « le but » parte du principe que la capacité de la *supply chain* est gouvernée par le maillon le plus faible (goulot d'étranglement), la performance du système passe par la maîtrise du maillon critique (approche de chaîne critique), la surproduction dans certaines autres zones n'est pas souhaitable, il finira par un gâchis dû au goulot non maîtrisé, la théorie cherche à identifier la contrainte et de maîtriser les optimisations locales.

B. Résultats de la mesure de la productivité des terminaux de Tanger-Med

Dans cette section, nous allons présenter les principaux résultats empiriques de l'analyse de la capacité et des principaux indicateurs de performance du terminal Tanger Med I.

En 2001, le projet « Tanger Med » a vu le jour, après l'abandon du projet « Tanger Atlantique ». En 2002, la zone portuaire est confiée à l'agence spéciale (*Tangier Med Special Agency* de l'acronyme TMSA)¹³¹, l'enceinte portuaire comprend 100 ha délimité par deux digues l'une principale de 2028 m, l'autre secondaire de 570 m, le terminal transbordement est de linéaire de 1600 m confiés à deux principaux opérateurs APM Terminal (Maersk) et Eurogate Tanger SA en association avec CMA-CGM et MSC pour une durée de concession de 30 ans pour les deux géants du « conteneur », la profondeur de quai est variable (-18 m, -

¹³¹ Texte portant création de Tanger Med (Décret-loi n° 22.02.644 du 10 Septembre 2002 publié au BO 5040 ; page 1001). La société Tanger Med (TMSA) est subventionnée via la fiscalité. Les articles 12 et 13 de loi stipulent que : Art. 12 : Sont exonérés des impôts d'Etat les revenus de la société liés aux activités qu'elle remplit au nom et pour le compte de l'Etat. Art. 13 : La Société est exonérée de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) par l'ensemble de ses actes, activités ou opérations.

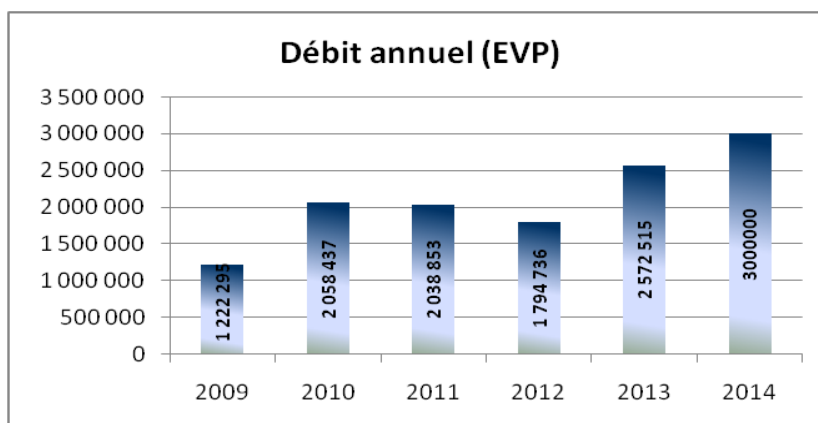
16 m, -12 m). Il est à rappeler que la mise en opération ne s'est faite qu'en 2007 pour le premier terminal et 2008 pour le deuxième, l'activité effective n'a démarré qu'une année plus tard pour les deux terminaux. L'accessibilité à l'hinterland est assurée par l'autoroute de 53 km et par une voie ferrée de 45 m vers Tanger ville.

Par ailleurs, il est fort signalé que le projet ne manque pas de critique, certains experts de domaine de l'ingénierie navale et maritime évoquent « la brochette des erreurs » telles que l'incompatibilité de transbordement avec le trafic des passagers (constaté en 2004), la petitesse du bassin de 100 ha, le caractère non évolutif du projet Tanger Med I, l'erreur monumentale d'adosser un poste pétrolier à l'extrémité de la jetée principale proche de la passe d'entrée du port, ces erreurs ont propulsés les responsables du projet à corriger par la séparation du projet de transbordement Tanger Med I du passager Tanger Med I bis et la mise en œuvre d'un troisième terminal transbordement Tanger Med II dédié à Marsa Maroc (faisant les choses à l'envers ne passe pas sans facture !), nous recommandons de lire l'article Conteneurs au Maroc de Najib Cherfaoui, ingénieur des ports et chaussées¹³².

1. Performance du terminal Tanger Med

Le trafic des conteneurs traité (Fig.2) à Tanger Med (Phase I) s'est amélioré d'une année à l'autre. Le trafic concerne majoritairement le transbordement dans l'ouest de la Méditerranée, la bonne performance est due notamment aux principaux armateurs opérants à Tanger Med à savoir : Maersk Line, CMA-CGM/Delmas, Hamburg Sud, Hapag Lloyd., ARKAS, etc¹³³.

Figure 51 : Trafic des TC Tanger Med I.



Source: Pour 2009-2011: "Containerisation International Yearbook", (2004~2012). Pour 2012, "Top 100 ports 2013 of Containerisation International". Pour 2013 et 2014, site web officiel de l'autorité portuaire : <http://www.tmpa.ma>

¹³² Najib Cherfaoui, conteneurs au Maroc : De 1942 à 2060. Maritime news, 2014.

¹³³ www.tmpa.ma

Dans l'industrie portuaire la performance d'un niveau de volume dit débit est envisagé dans une perspective de productivité du terminal, la productivité est contingente, imbriquée dans le processus global du terminal, la productivité du terminal concerne le rendement en nombre de mouvements par heure de la grue de quai, quand la grue de quai est performante c'est-à-dire qu'elle permet d'exécuter un nombre donné de mouvements en moindre temps, c'est que le terminal utilise à bon escient les équipements, ils sont alors efficaces et efficients. Ce critère est très bien apprécié dans l'approche de satisfaction de client puisqu'il impacte explicitement le critère de *turnaround Time*, temps de rotation de navire dans le port (terminal). À Tanger Med, les données recueillies de l'autorité portuaire sont nettement positives, la productivité peut atteindre peu ou prou 30 mouvements par heure¹³⁴, un chiffre qui répond parfaitement au standard international en la matière.

Le management du terminal s'intéresse également au délai de séjour des conteneurs (sans confondre avec le délai de séjour du navire), c'est l'une des variables les plus fines et les plus sensibles de l'analyse de la capacité *Yard*, une baisse dans le délai de séjour par exemple engendre un effet inverse c'est-à-dire une augmentation surprenante dans la capacité du terminal, les *shipping lines* qui arrivent à réduire le délai de séjour des conteneurs au maximum bénéficieront des franchises appliquées généralement dans les contrats ce qui leur protègent des coûts de retard et surestaries.

Le niveau de service détermine la qualité du service perçu par les clients « *shipping lines* » ou tout autre utilisateur, il est considéré de deux façons :

- Par le montant total à payer chaque fois que le navire héberge le terminal ;
- Par la durée d'escale et le nombre des conteneurs à exécuter ; (voir ci-dessous).

$L_{sv} = T/Q$
$T = Tr + Tm + Ts$
$T/Q = 1/Q \times (Tr + Tm + Ts)$
We don't consider Tm, so as $Tm = 0$, then,
$T/Q = 1/Q \times (Tr + Ts)$
so $T/Q = Ts/Q \times (1 + (Tr/Ts))$
$\varepsilon = Tr/Ts \text{ \& } P = Q/Ts$

- with:
- L_{sv} Level of service
 - T Call duration
 - Q Parcel size per vessel
 - Tr Mooring (inc.lashing) time
 - Tm Manoeuvring time
 - Ts Service Time (exl. mooring)
 - P Vessel Productivity
 - ε Relative waiting Time

¹³⁴ www.tmpa.ma

Notre application montre un niveau de service qui varie de 0,08 à 0,10 qui correspond au niveau de qualité AB selon la matrice de Monfort. Hormis le critère financier, les résultats se montrent satisfaisants quant à ce critère de qualité (temps d'hébergement du navire et débit).

2. Modèle de simulation de quai en *evp*

Actuellement l'information pertinente est un aspect important du succès d'un travail, se procurer des données est tout de même une affaire corsée, pourtant de fil en aiguille, lorsqu'en se les procurant, leurs explorations à des fins d'aide à la décision est tout bonnement fabuleuses. Nous avons collecté les données nécessaires à partir de différentes sources : communiqué de presse, journaux et internet. La compilation de ces données qui sont à la base diffusées au large public est très utile à la recherche scientifique. La base de données nous a servi au calcul des différents indicateurs de productivité. En appliquant le modèle de simulation en fonction des données et résultats obtenus de la capacité et de l'occupation du quai, nous obtenons :

Figure 52 : Indicateur de performance pour le calcul de la capacité du quai en EVP.

Productivity indicators	Measure	Nature of measure
Lenght	1600	Meter
Turnaround	16	Hour
Vessel lenght	300	Meter
Moves per hr	30	Meter/Hour
Crane Intensity	3,2	Number
Service hr	24	Hour
Teu factor	1,5	Ratio
Calls	2000	Number
Th Cap	14016000	Meter Hour
Op Cap	9600000	Meter Hour
Berth Utilization	68%	Percentage

Figure 53 : Résultat de simulation de la capacité du port Tanger Med I

Simulation	Measure	Nature of measure
Berth Cap	2 367,12	Teu/Day
Berth Cap	864 000,00	Teu/Year
Quay nbr	4,00	Number
Teu visit quay cap	3 456 000,00	Throughput

Les résultats s'appliquent à un seul poste, l'installation portuaire est convenable pour 2 postes dans chaque terminal, le deuxième terminal est proche de la roche montagneuse, la profondeur y est très basse, la possibilité pour l'utilisation d'un 5^{ème} poste y est compatible à très faible taux d'opération, il est généralement dédié aux petits navires (*feeders*). À quatre postes, le résultat final est multiplié à quatre, la capacité étant alors de 1,5 million chaque terminal, ce résultat demeure relatif, la nature commerciale de chaque port diffère, la capacité étant un peu en faveur du premier terminal, 3 millions EVP correspond à 2 millions mouvements, cette capacité nécessite 16 portiques dispersés sur la linéaire de quai, selon les normes un portique sur 100 mètres de linéaire, donc 2000 mouvements par mètre par an. Les résultats montrent que le terminal Tanger Med peut dépasser la capacité nominale déterminée initialement par les responsables du projet, le résultat est prouvé d'ores et déjà puisqu'au moment de notre écriture de cet article, le terminal a battu le record en franchissant la barre de 3.000.000 EVP¹³⁵.

3. Modèle de simulation de la capacité de *Yard*

La zone *yard* est dédiée au stockage de conteneurs dont certains espaces réservés pour l'administration, cantine, ateliers de maintenance, guérite pour camions, parking, voies de circulations, etc. En termes de chiffre Tanger Med s'étend sur 80 hectares dont seulement la moitié reste réservé à l'empilement (agencement) des conteneurs. La formule du modèle étant : $V_{\text{teu}} = (TGS \times H \times D \times 365j) / (Pf \times Td)$, dont :

V_{teu} : Teus visits

TGS : Total ground slot = bays x rows

H : Height ;

D : Density;

Pf : Peaking factor;

Td : Dwell time;

- Application:

Le terreplein des deux terminaux de Tanger Med comprend plus ou moins 2000 fenêtres de 7 rangs disposés au front de mer, soit un Total ground slots de 14000 cellules, avec une capacité de gerbage à hauteur de 5 étages, on parvient à peu près à une capacité maximale physique de 70000 cellules EVP (slot teus), si on considère un taux d'occupation (densité) de 80% dû à des raisons d'ordre opérationnel (sécurité, confort de manipulation, visibilité du conducteur,

¹³⁵ Press release TMPA 2014

etc.), la capacité stabilise autour de 56000 cellules. Seuil à ne pas franchir sous peine d'entraver la dynamique des flux en amont et en aval¹³⁶.

Tableau 57 : Capacité physique et opérationnelle de terrepleins de Tanger Med.

Data	Measure
Bays	2000
Row	7
Height	5
Yard Cap :	
TGS	14000
Phy. Cap	70000
Density	0,8
<i>Slots Operational</i>	56000

Pour calculer la capacité annuelle, il faut considérer dans un premier temps cette capacité dans chaque jour soit (numérateur de la formule de simulation), mais puisque le conteneur séjourne dans le terminal pour une certaine période en jours et qu'il faut intégrer le facteur de crête qui correspond à la saisonnalité (dénominateur de la formule), la capacité maximale est alors différente selon principalement ce délai de séjour, le tableau suivant figure la simulation suivant la variation de délai de séjour :

Tableau 58 : Simulation de la capacité en nombre de conteneurs evp.

Délai de séjours	Simulation teu Visits	Simulation Cntr Visits
4 Jours	4258333 teu	2838889 unit
5 Jours	3406667 teu	2271111 unit
6 Jours	2838889 teu	1892593 unit
7 Jours	2433333 teu	1622222 unit
8 Jours	2129167 teu	1419444 unit

Avec numérateur de la formule : 56000 x 365 ; dénominateur de la formule : délai de séjour (variable) x peaking factor 1,2.

Les résultats de la simulation montrent que la capacité est intimement liée à la variation de délai de séjour, ce dernier est cependant différent en chaque catégorie de conteneurs, les frigorifiques hébergent dans le yard pour une durée très rapide en moyen de 3 jours, les vides hébergent pour une longue durée plus ou moins dépassant une dizaine de jours, les pleins domestiquent pour une durée de plus ou moins 5 à 7 jours et ainsi de suite.

C. Analyses et interprétations

Dans cet article, nous avons simulé la performance du terminal à conteneurs, à travers trois principales rubriques :

- i. Indicateurs clés de performance dans un terminal à conteneurs ;
- ii. Modèle de simulation de la capacité de quai ;
- iii. Modèle de la simulation de la capacité de yard ;

En regard du point i, les indicateurs de performances tels que le trafic annuel, nombre d'escales, productivité de portique et délais de séjour sont protagonistes dans l'évaluation de la performance, d'une part ils permettent de positionner le terminal par rapport à ces concurrents, d'autre part ils présentent des outils de base d'aide à la décision.

Le trafic annuel est exprimé en unité de mesure équivalente vingt pieds qui peut être traduite en nombre de boîtes mouvementées en raison de facteur EVP, le trafic ou *throughput* dépend des facteurs *exogènes* à notre analyse telle que la localisation du terminal, profondeur du quai et de conditions économiques et territoriales, mais il dépend également de la capacité du quai, du yard, de productivité des grues de quai, etc. ce sont des variables endogènes à notre analyse. Le trafic à Tanger Med s'est augmenté vertigineusement, il commence à franchir désormais le seuil de la capacité du terminal, les exploitants pensent, d'ores et déjà, au projet d'expansion du terminal.

Notre expérimentation montre qu'un nombre plus élevé d'escales n'accroît pas forcément le volume de trafic, plusieurs articulations s'ajoutent à l'analyse de la performance : le type du navire par exemple peut impacter davantage le trafic annuel, le terminal peut réaliser moins de mouvements avec un nombre plus élevé d'escales, et vice versa, bien que cela reste dépendant des caractéristiques dont jouit chaque terminal, notamment en termes de profondeur. L'obliquité du bassin à Tanger Med I depuis côté montagne oblige l'exploitant du terminal dans ce cas TC2 d'allouer indéniablement certains postes du quai aux nourriciers dont le tirant d'eau est réduit et de préserver les autres postes de quai qui profitent d'une meilleure profondeur aux navires-mères. Par ailleurs, le TC1 est mieux positionné géographiquement, son bassin lui offre une situation plus confortable pour accueillir plus des navires-mères que nourriciers et qui génèrent éventuellement plus de trafic en moins d'escales.

La productivité de la grue de quai représente la colonne vertébrale du système de la performance opérationnelle d'un terminal à conteneurs, elle est imbriquée dans le processus

logistique des ports à conteneurs, une mauvaise productivité engendre des contreperformances qui incitent à s'interroger sur les optimisations dont il faut y procéder c'est-à-dire au niveau maintenance (préventive et curative), opération (maîtrise des processus et cycles de manutention, turn-over...) et de personnel (gestion des compétences, formation et polyvalence...). La productivité au port Tanger Med I varie du quai 1 à quai 2, il est plutôt supérieur en TC1 qu'en TC2, pourtant cela ne veut pas dire que l'un est meilleur que l'autre puisque le service, l'enjeu et les variables sont nettement différents l'un l'autre.

En regard du point ii, au premier abord, nous avons mis en relief les variables qui entrent en jeu dans la détermination d'occupation du quai, l'unité de mesure mètre d'heure reliant distance et temps, traduit véritablement la capacité du quai, un navire séjourne en un certain temps et occupe une certaine distance métrique dans le quai. L'enchaînement des activités des vaisseaux est fondamental, les paramètres temps sont enregistrés dans des bases de données, ils sont reproduits dans les analyses et interprétations.

En deuxième abord, nous avons appliqué la simulation de la capacité de quai sur notre expérimentation. Bien que la simulation s'appuie sur des valeurs estimées ou simulées, dans notre cas nous l'avons appliqué en fonction des valeurs déterminés à partir de l'exercice du port, cela nous a permis d'identifier au travers de la formule de simulation la capacité actuelle du terminal, la capacité n'est pas statique, elle n'existe pas en tant que telle, elle est contingente et variable, elle varie en fonction d'un nombre considérable de facteurs et variables. Il est toutefois très important de souligner que notre simulation s'appuie sur des indicateurs de performance attachés à des variables d'action c'est-à-dire qui permettent à l'entreprise de réagir dans l'immédiat. On reconnaît la capacité du quai à travers la productivité de la grue de quai (mouvements moyens par heure ou *GCP*), l'occupation de quai (qui se base sur les temps des activités de navire), le service du terminal, le facteur EVP. Les terminaux peuvent ainsi réagir dans l'immédiat au niveau des ressources dont ils disposent afin de hausser les cadences, éviter les congestions ou surmonter des obstacles bref atteindre les objectifs. Par exemple le terminal peut augmenter la productivité de grue (indicateurs de performance) en baissant le temps de service de navire (variable d'action) par des actions telles que mettre en œuvre des plans de formation et/ou de polyvalence, augmenter l'effectif (recrutement), amoindrir le temps de réparation des pannes des engins, réduire les incidences de sinistre, améliorer les processus logistiques pour servir à bon escient les portiques, etc. Les variables de la simulation aideront à la création des tableaux de bord qui serviront à la prise

des décisions stratégiques, tactiques et opérationnelles. En effet, lorsqu'on a pu savoir la capacité du quai pour un poste, il nous a suffi de déterminer le nombre de postes dans le terminal pour déterminer la capacité annuelle au long du quai. On peut constater que le résultat de la simulation est plutôt supérieur par rapport au trafic réalisé réellement, ceci reste logique puisque dans la simulation nous avons utilisé les meilleurs scénarios des valeurs moyennes de productivité, d'occupation, d'intensité et de facteur EVP.

En troisième abord, nous avons mis l'accent sur la qualité de service en tant qu'indicateur de performance qui diminue et augmente en fonction des variables d'action. Son identification en tant que facteur lié aux procès pourrait permettre au terminal d'intervenir par la mise en place des plans d'optimisation en agissant sur ses variables d'action, celles des différentes durées des activités de service de navire et des quantités de travail attribué. Cependant, il en résulte remarquable que le niveau de service dans notre expérimentation selon la matrice de Monfort est similaire dans les deux terminaux, et ce malgré les divergences en termes d'objectif de productivité ce qui corrobore nos dires précédents, les facteurs de contingences se différencient largement en dépit des apparences de similitude.

Enfin, en regard du point iii, le modèle de simulation du parc est attaché au modèle de quai, les conteneurs simulés à accueillir depuis les vaisseaux auront à rester pendant une période stockés dans le parc avant de repartir vers une nouvelle destination suivant qu'ils soient à transborder vers un autre navire ou à franchir la guérite du terminal (Import/Export). Le *dwell time* sert au linkage, il correspond à la durée de stockage du conteneur dans le parc, les conteneurs transbordement séjournent en moyenne entre 5 et 15 jours, les imports et exports (pleins) ne restent stockés que pour une période plus restreinte d'une à quatre journées, les frigos encore moins, généralement les contrats qui lient l'armateur maritime au terminal prévoient des clauses pour la franchise, si le conteneur respecte la durée prescrite dans le contrat aucun tarif de stockage ne serait appliqué sauf le tarif de mouvement s'applique !

Toutefois, la compréhension du principe *Total Ground Slots* (TGS) est primordiale, l'unité de mesure est le *slot*, un slot correspond à l'équivalent 20' (EVP), le facteur EVP 1,5 signifie que le nombre des conteneurs 20' étant égale au nombre des 40', la capacité est a priori figée c'est-à-dire elle dépend du TGS qui correspond au nombre de slots en terreplein multiplié à la hauteur de la pile on obtient la capacité physique du terminal et en tenant compte des restrictions opérationnelles on obtient la capacité opérative, alors que la capacité réelle dépend du nombre de conteneur stockés dans le parc ainsi que de délai de stockage, ce dernier fait

varier amplement la capacité yard. Le modèle commence par calculer la capacité théorique et opérative, abstraction faite de délais de séjour, puis il intègre le *dwell time* et le facteur de crête en tant qu'ajusteur vu qu'il existe des moments de pic on obtient de la division le taux d'occupation du yard, si ce taux est réduit pour un trafic élevé, c'est-à-dire que le yard est visiblement un peu vide et que le flux est élevé alors le processus est bien amélioré, le planning fait un bon travail, contrairement si le yard est plein, le département opération et planning doivent trouver des solutions afin d'éviter les congestions qui peuvent causer du retard aux vaisseaux du côté quai ce qui peut nuire à la qualité de service et donc un mécontentement des *shipping lines* puisque cela peut leur créer des problèmes vis-à-vis de la chaîne de distribution globale et au consommateur final.

Conclusion du chapitre IV

Dans ce chapitre, la méthode DEA a été appliquée sur un échantillon composé de 33 terminaux des ports de l'étude, une méthode simpliste et communément appliquée par les spécialistes du domaine. Nous avons spécifié les variables de nos modèles d'évaluation avec une description statistique détaillée des données. Les données des terminaux sont de type coupe transversale. Le trafic des terminaux représente l'output du modèle. Le linéaire de quai; la superficie; la capacité de stockage et le nombre des portiques représentent les inputs respectivement. La méthode DEA n'intègre que les variables dites discrétionnaires, celles comprises dans notre modèle basique qui comprend les seuls inputs "traditionnels" qui influent "directement" sur la productivité du terminal. En moyenne, chaque terminal de la Méditerranée (notre échantillon), produit 1.184.000 *evp* avec 1249 mètre en linéaire de quai, 48 hectare en superficie, 2 million *evp* comme capacité de stockage et 9 portiques.

Par ailleurs, nous avons décrit le modèle mathématique, nous avons opté pour l'orientation output, et ce, étant donné que les opérateurs portuaires agissent sur le volume *evp* par un nombre de stratégies commerciales. Un changement au niveau des inputs semble difficile.

Deux sortes d'efficacité découlent, une qui évalue la performance des DMUs par rapport à la frontière CRS et une autre qui calcule les scores par rapport à la frontière VRS. L'écart observé entre les deux frontières CRS et VRS caractérise l'inefficacité dans la taille de DMU. En moyenne, les terminaux obtiennent des scores d'efficacité totale (CRSTE) de 58%, cela veut dire qu'au total, les terminaux peuvent maximiser leurs outputs de 42% avec la même

taille (multiples inputs). Les terminaux ont cependant des marges d'amélioration assez importantes quant à l'efficacité technique et d'échelle, respectivement. Ils peuvent augmenter leurs productions de 31% (avec la même taille) et améliorer leurs tailles de 17%, respectivement.

Nous avons mis en évidence trois études de cas des terminaux de la Méditerranée, Eurogate Tanger (Maroc), Med-center Terminal (Italie) et Thessaloniki Container Terminal (Grèce), nous avons soigneusement commenté les résultats de la performance économique en jetant la lumière sur la nature de rendement d'échelle, tandis que les deux premiers terminaux ont été identifiés comme ayant une échelle décroissante, le dernier est un terminal d'échelle croissante.

Nous avons analysé, par la suite, les scores relatifs de nos DMU's, en fonction de la variable exogène, nous avons considéré le type du trafic du terminal en transbordement ou en *gateway* en tant qu'externes au processus de production. Il en surgit une certaine ambiguïté quant à l'impact de type de trafic sur la performance des terminaux. Le type de trafic semble indifférent à la variation des scores d'efficacité. Nous n'avons pas pu tirer des conclusions sur le changement technologique des terminaux à conteneurs ni identifier les stratégies d'investissement, et ce pour manque de données sur plusieurs années, inconvénient d'un *benchmarking* "transversal".

Ensuite, nous avons étudié comparativement la relation entre score d'efficacité des ports et terminaux à conteneurs, notre recherche indique que les ports sont considérés communément comme relevant du domaine public étant donné qu'ils sont gérés par les autorités portuaires et ils ne sont pas beaucoup moins efficaces que les terminaux qui sont considérés comme relevant du domaine privé puisqu'ils sont gérés par des compagnies et opérateurs privés. La localisation géographique semble également avoir un impact sur l'efficacité contrairement aux dires de la littérature.

Nous avons souligné qu'en pratique la clé de différence entre la nature de rendement décroissant et croissant réside dans la décision d'investissement, pour le rendement croissant, plus d'investissement augmente la productivité du terminal. Pour le rendement décroissant, plus d'investissement baisse la productivité totale des unités de production port/terminal.

Nous avons illustré les frontières de production pour le cas des ports et terminaux dans le cadre de la méthode DEA en présentant des études de cas pratique qui permettent de clarifier le concept de la frontière CRS et VRS ainsi que la nature de rendement qui en résulte. Chaque port/terminal s'identifie par des poids représentant en partie ses pairs dont il doit s'inspirer pour faire de son unité un modèle réussi (efficace).

La performance logistique (opérationnelle) du port à conteneurs Tanger-Med a été examinée en fonction de la capacité et des différents indicateurs de productivité du port, en utilisant le modèle UNCTAD (CNUCED) version 2012, un modèle souvent utilisé par la communauté des consultants et experts du domaine et qui trouve son origine dans les travaux théoriques de Carle A. Thorsen.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le trafic maritime est primordial au commerce entre différents pays, trois quarts du trafic du CI transite via la mer. La situation économique du secteur maritime dépend largement du développement du CI. L'analyse du secteur maritime consiste à étudier le modèle de l'offre et de la demande du secteur. La demande en transport maritime est dérivée de la demande des produits principaux dont le consommateur a réellement besoin. L'élasticité de la demande maritime est gouvernée par les quatre règles d'Alfred Marshall. Les facteurs dont repose la demande maritime sont essentiellement le niveau d'activité économique, la structure du trafic maritime, la distance traversée pour le transport des marchandises et les conjonctures extérieures. L'analyse de la demande montre que le secteur maritime a été fortement secoué par la crise financière de 2008, qui a touché sévèrement le segment des matières premières et principalement du pétrolier. La demande dans le secteur de conteneurisé a connu une augmentation vertigineuse qui a été freinée pour la même raison de la crise.

L'offre de sa part dépend des oscillations de la demande. La flotte marchande est mesurée par le nombre des navires opérationnels. L'industrie maritime produit le transport des marchandises d'un port ou terminal à un autre. L'output est mesuré particulièrement en tonne port en lourd (tpl) ou en tonnes-milles dans un intervalle de temps donné. L'analyse de l'offre maritime dépend du comportement des compagnies et opérateurs maritimes vis-à-vis de la demande. Les armateurs modifient leurs niveaux de la flotte active à court et à long terme par la mise en place d'un nombre de stratégies et techniques. La tendance d'évolution de la flotte maritime est généralement haussière. Les faits saillants de la réaction de l'offre des transporteurs dans la période de la crise financière et qui marquent la tendance actuelle du marché du transport maritime, sont l'augmentation de la taille des navires (effet de gigantisme), pratiques de concentration et des alliances, la réduction de vitesse du moteur des navires, l'armement et le désarmement des navires, ces stratégies ont amorti le choc de la crise, les efforts des décideurs ont fini par porter leurs fruits, depuis lors ces pratiques sont maintenues.

À court terme, deux catégories de coût sont identifiées celles fixes quand ces coûts ne sont pas liés au volume de l'activité et variables quand ils lui sont proportionnels; à long terme, tous les coûts sont variables. Les coûts du navire concernent les coûts du capital, de fonctionnement et de voyage. La production d'output sur une route maritime dépend de la taille du navire, plus grande la taille, plus important le volume transporté des marchandises, plus moins le coût total à supporter. Les compagnies maritimes visent à plus long terme

l'économie d'échelle; la collaboration dans l'achat du navire ou l'exploitation en commun des services sont désormais des stratégies implacables de cette économie d'échelle. La relation entre coût et output s'envisage à travers trois situations, le rendement d'échelle croissant, décroissant et constant. L'économie d'échelle vise en interne principalement l'économie du management, l'économie du marketing, l'économie de la finance et le risque de l'incertain; en externe, elle vise la profitabilité dont il peut tirer tout le secteur de l'accroissement de la production.

Le secteur de la ligne régulière diffère sur un ensemble de points par rapport aux autres secteurs du shipping, que ce soit par la nature du service ou par la manière d'octroi du service. La structure du marché est oligopolistique en terme économique à la différence de la structure de concurrence pure et parfaite du secteur vraquier et pétrolier par exemple où la compétition se joue sur le seul facteur de prix, cela ne signifie pas l'absence de concurrence dans le secteur de la ligne régulière, mais tout simplement que la compétitivité du segment de ligne régulière se joue sur d'autres facteurs dont notamment la livraison à temps, la fiabilité, l'intégration et le traitement des réclamations.

La révolution de la conteneurisation a joué un rôle pivot dans le développement de la ligne régulière, malgré les tentatives des armateurs par la mise en place d'un ensemble de stratégies, le marché maritime souffre encore de la surcapacité, des faibles niveaux de taux de fret, des conséquences de la crise financière de 2008...le régime des conférences est aboli et remplacé par l'alliance. Les ports et terminaux portuaires installés sur le littoral d'un pays desservent l'avant et/ou l'arrière-pays, ils sont au secours de l'optimisation des chaînes de transport et de logistique des acteurs intervenants. La structure des coûts chez un transporteur comme chez un port est liée au mode de production exercé, les ports sont le cœur battant de l'industrie maritime et l'économie d'échelle est l'un des principaux objectifs du secteur portuaire, l'évaluation de l'efficacité est de toute importance.

Dans cette thèse, nous nous sommes fiés aux méthodes quantitatives, nous avons appliqué les méthodes paramétriques et non paramétriques, la méthode SFA et DEA y sont concurrents. Nous avons passé en revue la littérature des deux méthodes dans le cadre des ports et terminaux (tableau 17 et 18) selon les objectifs des auteurs, des hypothèses émises et de la relation entre les variables à l'étude, le choix de la méthode y en est tributaire.

La méthode DEA reste largement utilisée dans le domaine portuaire. L'application de ces méthodes fut initiée par l'article de Farrell 1957, et fut appliquée dans le domaine portuaire à partir des années 1990 par Roll et Hayuth. La DEA n'exige aucune spécification à la forme fonctionnelle de l'industrie, la SFA contrairement exige une spécification fonctionnelle. Tant la SFA que la DEA, elles expriment une frontière qui correspond aux meilleures pratiques du marché, et chaque unité est représentée par rapport à la frontière.

La DEA est toutefois plus flexible, elle est consistante même dans le cas où le nombre d'observations est plus restreint, la SFA contrairement à son homologue exige une spécification fonctionnelle et devienne plus consistante avec un nombre important d'informations. Souvent trois catégories de fonctions sont identifiées, il s'agit de la fonction de production, de coût ou de distance selon qu'on dispose des informations physiques ou financières, les deux méthodes présentent des avantages et inconvénients.

Dans le cadre des études portuaires, l'output pose problème, souvent il s'exprime en Équivalent Vingt Pieds, cela représente l'unité de mesure du trafic portuaire, la fonction de coût permet l'estimation de plusieurs outputs, la fonction distance permet de surmonter cette problématique pour la fonction de production, elle peut entreprendre plusieurs outputs, la SFA prend en charge d'autres facteurs que les inputs, c'est-à-dire des variables exogènes qui influent indirectement sur la performance, les deux méthodes sont des méthodes de frontière, donc à la différence des méthodes classiques de régression, la SFA et DEA expriment une frontière qui correspond aux meilleures pratiques du marché, et chaque unité peut se comparer vis-à-vis de cette frontière.

Deux types de donnée ont été évoqués dans les travaux de littérature, il s'agit des données de panel et des données de coupe, les premières permettent de faire des analyses ex ante et ex-postes, elles prennent en charge des observations dans une période donnée soit des points dans le temps généralement les années, qu'elles manquent ou pas des informations de certains temps, en conséquence, la base peut être déséquilibrée ou équilibrée, pour sa part les données de coupe permettent de faire des analyses transversales, c'est-à-dire l'ensemble des observations sont comparées par rapport à un seul point dans le temps (souvent l'année), l'ensemble des méthodes et techniques ainsi que les types de données s'inscrivent dans le cadre du *benchmarking*, qui permet de procéder à la comparaison entre plusieurs unités de production, dans notre cas, de port/terminal à conteneurs.

Les travaux de littérature menés dans le domaine maritime et portuaire concernent le port ou le terminal séparément, dans cette recherche nous avons évalué la performance économique des ports maritimes (activité conteneurs) et des terminaux à conteneurs qui les composent et nous avons essayé de rapprocher les deux analyses dans le cadre d'un benchmarking entre port et terminal.

Dans cette recherche, à l'aide de l'économétrie des frontières (méthode SFA), nous avons évalué la performance économique des ports à conteneurs, notre échantillon comprend 22 ports de la Méditerranée, dont Tanger-Med. Le trafic portuaire représente l'output du modèle. Le linéaire de quai, la superficie, le tirant d'eau, la capacité de stockage et le nombre des portiques représentent les inputs respectivement. Le commerce de la Chine représente la variable exogène.

Nous avons spécifié les modèles en distinguant des modèles à effets endogènes des modèles à effets exogènes, la variable exogène est considérée comme faisant partie des inputs dans les premiers, et comme externe dans les seconds. Les modèles ont été spécifiés selon les deux fonctions, *Cobb-Douglas* et *translogarithmique*.

L'inefficacité technique domine le modèle de performance économique des ports de la Méditerranée, le paramètre γ résulte très proche de 1 dans tous les modèles, les ports de la Méditerranée sont techniquement inefficaces. 40% des ports de l'échantillon ne dépassent pas 60% d'efficacité. Selon le paramètre μ , une représentation de l'efficacité selon une distribution semi-normale (sans une troncation à zéro) tombe parfaitement adéquate pour l'industrie portuaire.

Nous avons mis en œuvre deux sortes de paramètres pour l'évaluation du changement technologique, η pour évaluer le changement de l'efficacité technique, l'industrie portuaire est caractérisée par un paramètre η positif et peu significatif, l'industrie portuaire connaît donc un changement technologique stable et lent. Le paramètre trend, indiquant l'effet de changement technologique sur l'output, il est estimé négatif, plusieurs raisons l'expliquent : les ports sont surcapacitaires, la logique d'investissement diffère d'une région à l'autre, le système *hub & spoke*, le ratio de transbordement. Nous avons mis en évidence les élasticités partielles de production des ports, la variation en matière de l'input en linéaire de quai influence significativement l'output des ports.

Dans le cadre du modèle à effets *endogènes*, l'efficacité technique des ports échantillonnés résulte stable et constante ce qui implique une amélioration de la demande pour ces ports. Par contre, le modèle à effets *exogènes* est irrégulier, il permet de montrer l'effet de changement technologique, ce qui autorise d'identifier le type de stratégie déployée.

Selon les modèles DEA, les terminaux à conteneurs ne sont pas pour autant plus efficaces que les ports, 45% des terminaux à conteneurs de l'échantillon ne dépassent pas 69% en termes d'efficacité.

Dans le cadre d'un benchmarking entre port et terminaux à conteneurs, notre recherche indique que les ports considérés comme relevant du domaine public ne sont pas moins efficaces que les terminaux qui sont considérés comme relevant du domaine privé ce qui contredit les conclusions d'un nombre d'articles de recherche entrepris en la matière. La localisation géographique semble également avoir un impact sur l'efficacité contrairement aux dires de la littérature. Notre recherche conclut également que les terminaux à conteneurs qui sont tournés vers le trafic transbordement sont plus efficaces et productifs que ceux tournés vers le trafic *gateway*.

Nous avons souligné qu'en pratique les différentes la nature de rendement décroissant et croissant résident dans la décision d'investissement, pour le rendement croissant, plus d'investissement augmente la productivité du terminal. Pour le rendement décroissant, plus d'investissement baisse la productivité totale des unités de production port/terminal.

Dans le cadre de la méthode DEA, la frontière CRS illustre l'efficacité économique (ou totale) et la VRS illustre la frontière des efficacités techniques (pures), l'écart qui en résulte illustre l'inefficacité en terme d'échelle (taille). Le modèle DEA identifie pour chaque port/terminal des poids représentant en partie ses pairs dont il doit s'inspirer pour faire de sa DMU un modèle réussi (efficace). Par ailleurs, différentes politiques et régulations qui régissent le secteur du transport et qui peuvent impacter de loin ou de près le secteur portuaire : politique de l'UE, RTE-T, Marco Polo II, RMVP, et la politique portuaire de chaque pays.

La performance est un concept relatif, nous avons essayé d'explicitier dans le cadre de cette thèse une autre optique de performance, celle opérationnelle, dans le but de montrer qu'il existe un nombre important d'indicateurs qui peuvent être intégré dans les analyses

économique et logistique, à ce titre nous avons mis en marche le modèle de la CNUCED 2012 en l'appliquant sur le cas du port Tanger-Med, un cas modèle qui a tant évolué depuis les travaux originaires de Carle Thorsen. Notre modèle épluche les différents indicateurs pris en comptes dans la mesure de la capacité et les différentes interactions entre les variables de mesures qui impliquent qu'un changement au niveau de l'une des variables fluctue davantage les autres variables et la capacité du terminal.

Parmi les limitations de cette recherche :

Dans cette étude nous avons travaillé sur des variables inputs reliées à l'infrastructure et l'opération. Ces variables sont fondamentales à l'analyse de l'efficacité, mais elles ne peuvent saisir la réalité complexe du port et sa configuration, d'autres éléments y sont aussi intéressants à intégrer dans les analyses telles que le nombre des grues du parc et le nombre des camions et autres équipements.

Nous avons essayé de comprendre si l'inefficacité est due à des variables qui sont sous le contrôle du management ou elles lui sont étrangères, mais nous n'avons pas intégré des variables de management des ressources humaines dont particulièrement l'effectif de l'entreprise, le nombre des formations, etc. nous n'avons pas collecté des données RH. Nous avons discuté la variable output, en EVP, comme mesure standard de l'output des ports et terminaux, si nous disposons d'autres variables outputs (tonnage de marchandises, nombre des escales...), nous pouvons estimer la fonction distance.

Enfin, nous n'avons pas eu la chance d'avoir des informations financières des ports et terminaux, comme le chiffre d'affaires en euro, le coût unitaire de manutention de la marchandise/conteneur, le coût de stockages; l'accès à ces informations aura aidé à utiliser la fonction coût et d'estimer l'efficacité allocative.

Recommandations et prologements :

Dans le domaine de transport international maritime, tant les transporteurs maritimes que les ports et terminaux souffrent de la surcapacité et de fluctuation de la demande, nous pouvons à cet égard recommander le management des entreprises portuaires principalement l'autorité portuaire et les opérateurs des ports (les stevedores) à entreprendre plusieurs mesures et actions :

- L'autorité portuaire (port) doit accentuer son rôle de business-partner avec les opérateurs, elle doit donc intensifier la relation entre les différents responsables en proposant par exemple des plans de développement concernant le volet économique et commercial.
- Quant aux opérateurs (stevedores), la veille stratégique et négociation avec les armateurs doit être intensifiées afin de rester vigilants quant aux futures oscillations de marché qui peuvent les toucher directement et ce afin également de pouvoir prendre le temps de réflexion aux stratégies à déployer dorénavant.
- Planification concertée entre port-terminal-armateur est fortement recommandée parce qu'elle permet de s'arrêter sur les erreurs commises et les améliorations à intégrer dans les nouveaux plans d'action.
- Le port et les terminaux doivent développer le sens de flexibilité, une analyse des forces, faiblesses, menaces et opportunités est hautement utile afin de pouvoir affronter et surmonter les moments de crise par exemple.
- Le développement d'un système de pilotage de la performance port-terminal s'avère nécessaires afin d'être en mesure de parler le même langage notamment lorsqu'il s'agit de faire parler les chiffres, les mesures sont disparates, un système de pilotage concerté et intégré vient en aide à la prise de décision pour les deux intervenants et antagonistes du port.

Prolongements:

- Évaluer le changement du mix-input sur la performance ex-ante et ex-poste
- En cas de disponibilité des informations sur le prix, évaluer l'efficacité allocative

Enfin des **questions restent en suspens** :

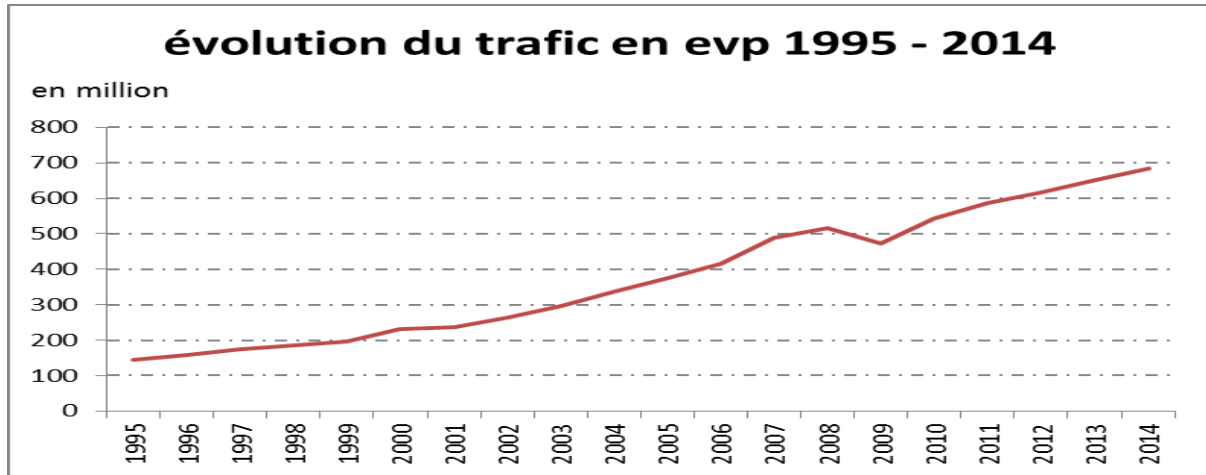
- Dans quelle mesure les compagnies maritimes peuvent tirer bénéfice d'être les propriétaires des terminaux ?
- Dans quelle mesure le port bénéficiera-t-il de l'arrangement armateur-terminal?
- Enfin, quelles sont les effets de la structure de propriété sur l'efficacité portuaire et la performance économique ?

La prise en considération de ces recommandations, prolongements et particulièrement les questions qui restent en suspens ouvrent la voie à de belles années de recherches.

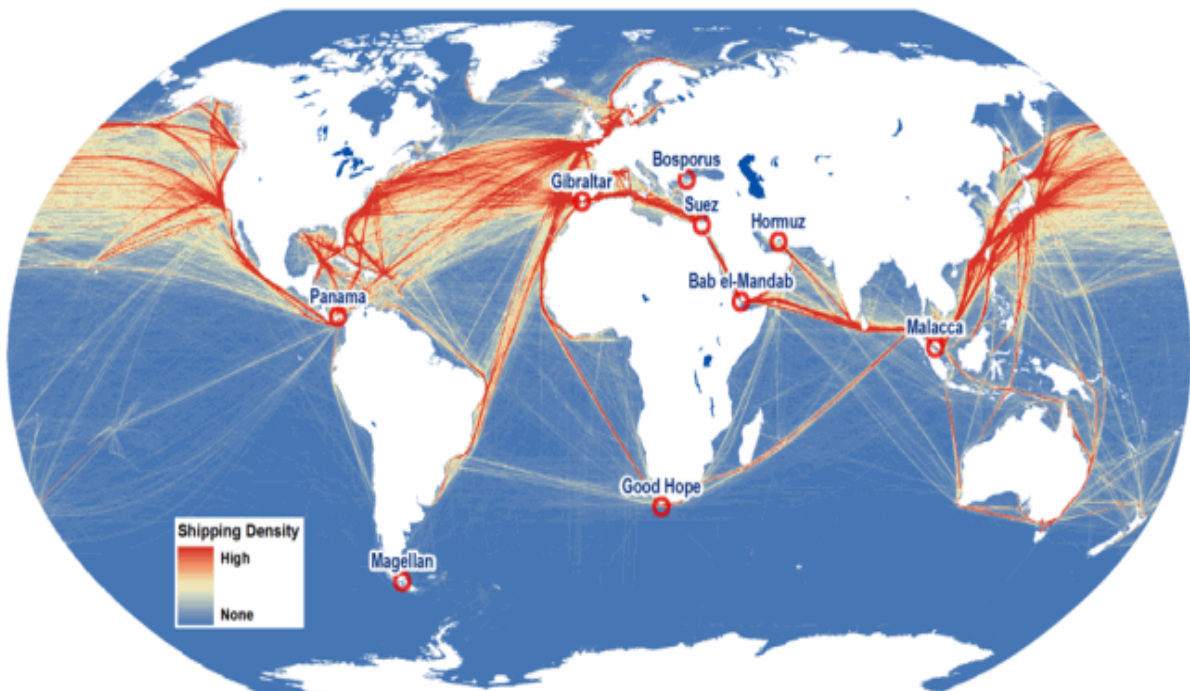
ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1 : Évolution du Trafic evp dans la période 1995 à 2014



Annexe 2 : Principales routes maritimes



Annexe 3: Modèle Cobb-Douglas 1.1 (modèle basique)

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1t}^i + \beta_2 \ln x_{2t}^i + \beta_3 \ln x_{3t}^i + \beta_4 \ln x_{4t}^i + \beta_5 \ln x_{5t}^i + v_t^i - u_t^i$$

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Tanger-Med</i>	n/a	n/a	0,92	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95
<i>Algésiras</i>	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98
<i>Valencia</i>	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77
<i>Tarragona</i>	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	0,25
<i>Las Palmas</i>	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58
<i>Alicante</i>	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70
<i>Barcelona</i>	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95
<i>Alger</i>	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92
<i>Annaba</i>	0,05	0,07	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,23
<i>Bejaia</i>	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45
<i>Radès</i>	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78
<i>Alexandrie</i>	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45	0,48
<i>Port Said</i>	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94
<i>Mersin</i>	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65
<i>Ambarli</i>	0,44	0,48	0,51	0,54	0,57	0,59	0,62	0,65	0,67
<i>Genova</i>	0,62	0,65	0,67	0,69	0,71	0,74	0,75	0,77	0,79
<i>Las Spezia</i>	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,87
<i>Cagliari</i>	0,27	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52
<i>Gioia Tauro</i>	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,77	0,79
<i>Piraués</i>	0,63	0,66	0,68	0,70	0,73	0,75	0,76	0,78	0,80
<i>Thessaloniki</i>	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58
<i>Marsaxlokk</i>	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85
Moyenne	0,42	0,45	0,50	0,53	0,56	0,58	0,61	0,64	0,66

Annexe 4 : Modèle Cobb-Douglas 1.2 (modèle basique+trend)

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1t}^i + \beta_2 \ln x_{2t}^i + \beta_3 \ln x_{3t}^i + \beta_4 \ln x_{4t}^i + \beta_5 \ln x_{5t}^i + \beta_6 T + v_t^i - u_t^i$$

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Tanger-Med</i>	n/a	n/a	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95
<i>Algésiras</i>	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97
<i>Valencia</i>	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,67	0,70	0,73
<i>Tarragona</i>	0,04	0,06	0,08	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,31
<i>Las Palmas</i>	0,25	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,56	0,59
<i>Alicante</i>	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
<i>Barcelona</i>	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
<i>Alger</i>	0,55	0,59	0,63	0,66	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
<i>Annaba</i>	0,03	0,04	0,06	0,08	0,11	0,14	0,17	0,21	0,25
<i>Bejaia</i>	0,17	0,21	0,25	0,30	0,34	0,39	0,43	0,47	0,52
<i>Radès</i>	0,48	0,53	0,57	0,60	0,64	0,67	0,71	0,73	0,76
<i>Alexandrie</i>	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51
<i>Port Said</i>	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92
<i>Mersin</i>	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63
<i>Ambarli</i>	0,28	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62
<i>Genova</i>	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,66	0,70	0,73	0,75
<i>Las Spezia</i>	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87
<i>Cagliari</i>	0,20	0,24	0,29	0,33	0,38	0,42	0,47	0,51	0,55
<i>Gioia Tauro</i>	0,45	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,71	0,74
<i>Piraués</i>	0,63	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84
<i>Thessaloniki</i>	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,56	0,59	0,63
<i>Marsaxlokk</i>	0,59	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82
Moyenne	0,33	0,38	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,67

Annexe 5 : Modèle Cobb-Douglas 1.3 (modèle basique+trend+commerce en input)

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1t}^i + \beta_2 \ln x_{2t}^i + \beta_3 \ln x_{3t}^i + \beta_4 \ln x_{4t}^i + \beta_5 \ln x_{5t}^i + \beta_6 T + \beta_7 \ln z + v_t^i - u_t^i$$

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Tanger-Med</i>	n/a	n/a	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95
<i>Algésiras</i>	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97
<i>Valencia</i>	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,67	0,70	0,73
<i>Tarragona</i>	0,04	0,06	0,08	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,31
<i>Las Palmas</i>	0,25	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59
<i>Alicante</i>	0,56	0,59	0,63	0,66	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
<i>Barcelona</i>	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
<i>Alger</i>	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
<i>Annaba</i>	0,03	0,04	0,06	0,08	0,11	0,14	0,17	0,21	0,25
<i>Bejaia</i>	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,52
<i>Radès</i>	0,48	0,53	0,57	0,60	0,64	0,67	0,71	0,73	0,76
<i>Alexandrie</i>	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51
<i>Port Said</i>	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92
<i>Mersin</i>	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63
<i>Ambarli</i>	0,28	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,55	0,58	0,62
<i>Genova</i>	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,66	0,70	0,73	0,75
<i>Las Spezia</i>	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87
<i>Cagliari</i>	0,20	0,24	0,29	0,33	0,38	0,42	0,47	0,51	0,55
<i>Gioia Tauro</i>	0,45	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,71	0,74
<i>Piraeus</i>	0,63	0,66	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84
<i>Thessaloniki</i>	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63
<i>Marsaxlokk</i>	0,59	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82
Moyenne	0,33	0,38	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,67

Annexe 6 : Modèle Cobb-Douglas 1.4 (modèle à effets *exogène*)

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1t}^i + \beta_2 \ln x_{2t}^i + \beta_3 \ln x_{3t}^i + \beta_4 \ln x_{4t}^i + \beta_5 \ln x_{5t}^i + \beta_6 T + v_t^i - u_t^i$$

$$m_t^i = \delta_0 + \ln z_t \delta_1$$

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Tanger-Med</i>	n/a	n/a	0,67	0,61	0,86	0,87	0,83	0,91	0,93
<i>Algésiras</i>	0,92	0,92	0,92	0,91	0,89	0,83	0,87	0,89	0,89
<i>Valencia</i>	0,74	0,60	0,70	0,70	0,77	0,78	0,80	0,78	0,79
<i>Tarragona</i>	0,03	0,13	0,13	0,59	0,49	0,43	0,34	0,27	0,30
<i>Las Palmas</i>	0,70	0,70	0,70	0,52	0,62	0,69	0,64	0,48	0,50
<i>Alicante</i>	0,77	0,78	0,75	0,67	0,73	0,75	0,76	0,72	0,68
<i>Barcelona</i>	0,90	0,92	0,92	0,84	0,86	0,87	0,49	0,48	0,51
<i>Alger</i>	0,66	0,76	0,82	0,84	0,83	0,86	0,86	0,87	0,90
<i>Annaba</i>	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,13	0,41	0,44	0,48
<i>Bejaia</i>	0,23	0,30	0,35	0,45	0,48	0,55	0,46	0,55	0,47
<i>Radès</i>	0,85	0,89	0,92	0,92	0,92	0,89	0,88	0,88	0,84
<i>Alexandrie</i>	0,36	0,28	0,32	0,24	0,24	0,44	0,43	0,44	0,49
<i>Port Said</i>	0,77	0,79	0,84	0,85	0,83	0,83	0,76	0,81	0,80
<i>Mersin</i>	0,37	0,45	0,48	0,47	0,57	0,62	0,65	0,67	0,72
<i>Ambarli</i>	0,51	0,67	0,58	0,46	0,63	0,65	0,72	0,76	0,77
<i>Genova</i>	0,69	0,75	0,72	0,63	0,71	0,73	0,77	0,75	0,79
<i>Las Spezia</i>	0,77	0,79	0,81	0,72	0,81	0,82	0,80	0,81	0,81
<i>Cagliari</i>	0,50	0,46	0,26	0,61	0,52	0,49	0,51	0,57	0,58
<i>Gioia Tauro</i>	0,74	0,81	0,81	0,72	0,71	0,59	0,68	0,75	0,72
<i>Piraeus</i>	0,85	0,84	0,31	0,16	0,21	0,58	0,80	0,85	0,88
<i>Thessaloniki</i>	0,34	0,44	0,24	0,27	0,27	0,29	0,31	0,31	0,34
<i>Marsaxlokk</i>	0,67	0,79	0,76	0,77	0,79	0,78	0,81	0,84	0,84
Moyenne	0,46	0,53	0,50	0,52	0,56	0,61	0,63	0,64	0,65

Annexe 7 : Modèle translogarithmique 2.1 (modèle basique)

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1t}^i + \beta_2 \ln x_{2t}^i + \beta_3 \ln x_{3t}^i + \beta_4 \ln x_{4t}^i + \beta_5 \ln x_{5t}^i + \beta_6 (\ln x_{1t}^i)^2 + \beta_7 (\ln x_{2t}^i)^2 + \beta_8 (\ln x_{3t}^i)^2 + \beta_9 (\ln x_{4t}^i)^2 + \beta_{10} (\ln x_{5t}^i)^2 + \beta_{11} \ln x_{1t}^i \ln x_{2t}^i + \beta_{12} \ln x_{1t}^i \ln x_{3t}^i + \beta_{13} \ln x_{1t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{14} \ln x_{1t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{15} \ln x_{2t}^i \ln x_{3t}^i + \beta_{16} \ln x_{2t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{17} \ln x_{2t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{18} \ln x_{3t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{19} \ln x_{3t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{20} \ln x_{4t}^i \ln x_{5t}^i + v_t^i - u_t^i$$

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Tanger-Med	n/a	n/a	0,87	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93
Algésiras	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98
Valencia	0,61	0,64	0,67	0,70	0,72	0,75	0,77	0,79	0,81
Tarragona	0,10	0,12	0,15	0,18	0,22	0,25	0,29	0,33	0,37
Las Palmas	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,63	0,66
Alicante	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95	0,95
Barcelona	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96
Alger	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
Annaba	0,03	0,04	0,06	0,07	0,10	0,12	0,15	0,18	0,22
Bejaia	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,55	0,59
Radès	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92
Alexandrie	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,53	0,57	0,60
Port Said	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94
Mersin	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87
Ambarli	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92
Genova	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
Las Spezia	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90
Cagliari	0,33	0,37	0,41	0,44	0,48	0,52	0,56	0,59	0,62
Gioia Tauro	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
Piraeus	0,70	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86
Thessaloniki	0,45	0,49	0,52	0,56	0,59	0,62	0,66	0,68	0,71
Marsaxlokk	0,69	0,71	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85
Moyenne	0,50	0,54	0,59	0,62	0,65	0,68	0,70	0,73	0,75

Annexe 8 : Modèle translogarithmique 2.2 (modèle basique+trend)

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1t}^i + \beta_2 \ln x_{2t}^i + \beta_3 \ln x_{3t}^i + \beta_4 \ln x_{4t}^i + \beta_5 \ln x_{5t}^i + \beta_6 (\ln x_{1t}^i)^2 + \beta_7 (\ln x_{2t}^i)^2 + \beta_8 (\ln x_{3t}^i)^2 + \beta_9 (\ln x_{4t}^i)^2 + \beta_{10} (\ln x_{5t}^i)^2 + \beta_{11} \ln x_{1t}^i \ln x_{2t}^i + \beta_{12} \ln x_{1t}^i \ln x_{3t}^i + \beta_{13} \ln x_{1t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{14} \ln x_{1t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{15} \ln x_{2t}^i \ln x_{3t}^i + \beta_{16} \ln x_{2t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{17} \ln x_{2t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{18} \ln x_{3t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{19} \ln x_{3t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{20} \ln x_{4t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{21} T + v_t^i - u_t^i$$

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Tanger-Med	n/a	n/a	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92
Algésiras	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97
Valencia	0,50	0,53	0,57	0,60	0,63	0,67	0,69	0,72	0,75
Tarragona	0,07	0,10	0,12	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	0,34
Las Palmas	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,53	0,57	0,60
Alicante	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94
Barcelona	0,83	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
Alger	0,48	0,52	0,55	0,59	0,62	0,65	0,68	0,71	0,74
Annaba	0,01	0,02	0,03	0,05	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17
Bejaia	0,25	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56
Radès	0,70	0,72	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86
Alexandrie	0,26	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,57
Port Said	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89
Mersin	0,61	0,64	0,67	0,70	0,72	0,75	0,77	0,79	0,81
Ambarli	0,64	0,67	0,70	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83
Genova	0,62	0,65	0,68	0,71	0,73	0,76	0,78	0,80	0,82
Las Spezia	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89
Cagliari	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,54	0,58
Gioia Tauro	0,69	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,86
Piraués	0,74	0,76	0,79	0,81	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88
Thessaloniki	0,44	0,48	0,52	0,56	0,59	0,62	0,66	0,68	0,71
Marsaxlokk	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81
Moyenne	0,42	0,46	0,51	0,55	0,58	0,62	0,65	0,68	0,70

Annexe 9 : Modèle translogarithmique 2.3 (modèle basique+trend+commerce en input)

$$\begin{aligned} \ln y_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1t}^i + \beta_2 \ln x_{2t}^i + \beta_3 \ln x_{3t}^i + \beta_4 \ln x_{4t}^i + \beta_5 \ln x_{5t}^i + \beta_6 (\ln x_{1t}^i)^2 + \\ & \beta_7 (\ln x_{2t}^i)^2 + \beta_8 (\ln x_{3t}^i)^2 + \beta_9 (\ln x_{4t}^i)^2 + \beta_{10} (\ln x_{5t}^i)^2 + \beta_{11} \ln x_{1t}^i \ln x_{2t}^i + \\ & \beta_{12} \ln x_{1t}^i \ln x_{3t}^i + \beta_{13} \ln x_{1t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{14} \ln x_{1t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{15} \ln x_{2t}^i \ln x_{3t}^i + \beta_{16} \ln x_{2t}^i \ln x_{4t}^i + \\ & \beta_{17} \ln x_{2t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{18} \ln x_{3t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{19} \ln x_{3t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{20} \ln x_{4t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{21} T + \beta_{22} \ln z_t + \\ & v_t^i - u_t^i \end{aligned}$$

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Tanger-Med	n/a	n/a	0,85	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93
Algésiras	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98
Valencia	0,57	0,61	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,81
Tarragona	0,08	0,10	0,14	0,17	0,21	0,26	0,30	0,35	0,40
Las Palmas	0,36	0,41	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,69
Alicante	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94
Barcelona	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95
Alger	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92
Annaba	0,02	0,04	0,06	0,08	0,11	0,14	0,18	0,22	0,26
Bejaia	0,26	0,30	0,35	0,40	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61
Radès	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
Alexandrie	0,29	0,33	0,38	0,43	0,47	0,52	0,56	0,60	0,64
Port Said	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92
Mersin	0,70	0,73	0,76	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88
Ambarli	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91
Genova	0,70	0,73	0,76	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88
Las Spezia	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93
Cagliari	0,30	0,35	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,65
Gioia Tauro	0,76	0,78	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90
Piraeus	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91
Thessaloniki	0,46	0,50	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,73	0,75
Marsaxlokk	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,82	0,84	0,85
Moyenne	0,48	0,52	0,57	0,61	0,65	0,68	0,72	0,74	0,77

Annexe 10 : Modèle translogarithmique 2.4 (modèle à effets *exogènes*)

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1t}^i + \beta_2 \ln x_{2t}^i + \beta_3 \ln x_{3t}^i + \beta_4 \ln x_{4t}^i + \beta_5 \ln x_{5t}^i + \beta_6 (\ln x_{1t}^i)^2 + \beta_7 (\ln x_{2t}^i)^2 + \beta_8 (\ln x_{3t}^i)^2 + \beta_9 (\ln x_{4t}^i)^2 + \beta_{10} (\ln x_{5t}^i)^2 + \beta_{11} \ln x_{1t}^i \ln x_{2t}^i + \beta_{12} \ln x_{1t}^i \ln x_{3t}^i + \beta_{13} \ln x_{1t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{14} \ln x_{1t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{15} \ln x_{2t}^i \ln x_{3t}^i + \beta_{16} \ln x_{2t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{17} \ln x_{2t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{18} \ln x_{3t}^i \ln x_{4t}^i + \beta_{19} \ln x_{3t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{20} \ln x_{4t}^i \ln x_{5t}^i + \beta_{21} T + v_t^i - u_t^i$$

$$m_t^i = \delta_0 + \ln z_t \delta_1$$

Noms des ports	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Tanger-Med	n/a	n/a	0,39	0,38	0,64	0,68	0,59	0,81	0,97
Algésiras	0,87	0,91	0,89	0,81	0,75	0,73	0,84	0,92	0,93
Valencia	0,78	0,67	0,79	0,80	0,93	0,95	0,99	0,96	0,98
Tarragona	0,03	0,13	0,13	0,61	0,73	0,65	0,52	0,41	0,94
Las Palmas	0,95	0,96	0,97	0,71	0,85	0,97	0,90	0,68	0,71
Alicante	0,95	0,99	0,93	0,81	0,91	0,95	0,98	0,92	0,86
Barcelona	0,89	1,00	0,99	0,69	0,75	0,78	0,51	0,50	0,54
Alger	0,50	0,60	0,69	0,73	0,73	0,79	0,81	0,85	0,98
Annaba	0,02	0,04	0,04	0,06	0,07	0,10	0,14	0,15	0,16
Bejaia	0,25	0,33	0,39	0,50	0,55	0,63	0,45	0,53	0,46
Radès	0,67	0,77	0,94	0,93	0,93	0,83	0,77	0,79	0,69
Alexandrie	0,40	0,32	0,37	0,25	0,26	0,47	0,47	0,48	0,54
Port Said	0,67	0,70	0,69	0,72	0,45	0,58	0,49	0,55	0,54
Mersin	0,42	0,51	0,55	0,55	0,66	0,73	0,84	0,90	0,98
Ambarli	0,73	0,98	0,65	0,53	0,74	0,69	0,49	0,53	0,55
Genova	0,74	0,84	0,80	0,69	0,79	0,84	0,84	0,81	0,88
Las Spezia	0,79	0,82	0,87	0,73	0,90	0,91	0,87	0,91	0,91
Cagliari	0,57	0,52	0,29	0,70	0,60	0,57	0,60	0,67	0,68
Gioia Tauro	0,78	0,92	0,92	0,76	0,76	0,62	0,73	0,83	0,80
Piraeus	1,00	0,98	0,31	0,08	0,13	0,43	0,76	0,88	1,00
Thessaloniki	0,28	0,37	0,20	0,23	0,23	0,25	0,27	0,27	0,30
Marsaxlokk	0,51	0,65	0,68	0,60	0,63	0,63	0,68	0,73	0,74
Moyenne	0,47	0,55	0,50	0,49	0,55	0,61	0,61	0,63	0,68

Annexe 11 : Malmquist Index Summary

2007

<i>firm</i>	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>
1	0	0	0	0	0
2	1.017	1.03	1	1.017	1.048
3	1.131	1.017	0.998	1.133	1.15
4	3.636	1.062	3.649	0.996	3.863
5	1.024	0.99	0.972	1.053	1.014
6	1.042	0.993	1.003	1.038	1.035
7	1.119	1.007	1.008	1.11	1.126
8	1	1.203	1	1	1.203
9	1.226	1.182	1.206	1.017	1.45
10	1.277	1.042	1.27	1.006	1.33
11	1	1.138	1	1	1.138
12	0.795	0.988	0.759	1.048	0.785
13	1.018	1.03	1.003	1.014	1.048
14	1.12	1.085	1.003	1.117	1.215
15	1.155	1.162	1	1.155	1.342
16	1.103	1.015	0.995	1.108	1.119
17	1.066	0.979	1.017	1.049	1.044
18	0.761	1.015	0.739	1.029	0.773
19	1.138	1.03	1.109	1.027	1.173
20	1	0.978	1	1	0.978
21	1.292	1.015	1.293	0.999	1.311
22	1.282	0.991	1.203	1.065	1.271
Moyenne	1.133	1.043	1.084	1.046	1.182

effch: technical efficiency change (relative to CRS technology);

techch: technological change;

pech: pure tech efficiency change (i.e. relative to VRS technology);

sech: scale efficiency change; and

tfpch: total factor productivity (TFP) change;

2008

<i>firm</i>	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1.000	0.974	1.000	1.000	0.974
3	1.056	1.121	1.056	1.000	1.184
4	0.926	1.086	0.918	1.009	1.006
5	1.161	0.865	1.052	1.103	1.004
6	0.683	0.969	1.192	0.573	0.662
7	1.000	0.984	1.000	1.000	0.984
8	1.000	1.143	1.000	1.000	1.143
9	1.027	1.168	5.190	0.198	1.199
10	1.272	0.915	1.472	0.864	1.164
11	1.000	1.224	1.000	1.000	1.224
12	1.332	0.874	1.196	1.113	1.163
13	1.052	1.083	1.051	1.001	1.139
14	1.118	0.977	1.141	0.980	1.092
15	0.996	0.909	1.000	0.996	0.905
16	0.995	0.957	0.979	1.016	0.952
17	1.405	0.747	1.262	1.113	1.050
18	0.579	0.970	0.569	1.019	0.562
19	1.016	0.991	1.000	1.016	1.006
20	1.000	0.315	1.000	1.000	0.315
21	0.574	0.940	0.776	0.740	0.540
22	1.208	0.919	1.131	1.068	1.110
Moyenne	0.995	0.932	1.106	0.900	0.928

2009

<i>firm</i>	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>
1	0.734	0.9	0.607	1.21	0.66
2	1	0.915	1	1	0.915
3	1	1.014	1	1	1.014
4	4.91	0.95	4.937	0.995	4.665
5	0.774	0.945	0.8	0.968	0.732
6	0.921	0.949	1	0.921	0.874
7	0.825	0.849	0.826	0.999	0.701
8	1	1.058	1	1	1.058
9	1.286	1.034	1	1.286	1.331
10	1.366	0.951	1.332	1.026	1.299
11	1	0.986	1	1	0.986
12	1.066	0.93	1.132	0.942	0.992
13	1	1.035	1	1	1.035
14	1.037	0.953	1.065	0.973	0.988
15	0.889	0.913	0.926	0.96	0.812
16	0.954	0.91	0.956	0.997	0.868
17	0.919	0.913	0.925	0.993	0.839
18	2.581	0.928	2.64	0.978	2.396
19	0.882	0.934	0.907	0.973	0.824
20	0.528	0.834	1	0.528	0.441
21	1.205	0.937	1.206	0.999	1.129
22	0.911	0.916	0.914	0.997	0.834
Moyenne	1.068	0.942	1.092	0.978	1.006

2010

<i>firm</i>	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>
1	1.779	0.946	1.729	1.029	1.684
2	1	0.924	1	1	0.924
3	1	1.151	1	1	1.151
4	0.73	0.985	0.965	0.756	0.719
5	1.246	0.963	1.238	1.006	1.2
6	1.163	0.964	1	1.163	1.121
7	1.165	0.928	1.164	1	1.081
8	1	1.002	1	1	1.002
9	1.204	1.003	1	1.204	1.207
10	1.131	0.966	1.081	1.046	1.092
11	1	1.003	1	1	1.003
12	1.032	0.98	1.01	1.022	1.011
13	1	0.945	1	1	0.945
14	1.162	1.044	1.125	1.033	1.213
15	1.129	1.225	1.08	1.045	1.383
16	1.218	0.942	1.222	0.996	1.147
17	1.329	0.924	1.311	1.014	1.228
18	0.898	0.951	0.907	0.99	0.854
19	1.003	0.995	0.981	1.022	0.998
20	0.557	0.996	0.322	1.728	0.555
21	1.075	0.942	1.022	1.052	1.012
22	1.134	0.925	1.129	1.004	1.049
Moyenne	1.065	0.984	1.024	1.040	1.048

2011

<i>firm</i>	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>
1	1.128	0.941	1.123	1.004	1.062
2	1	0.945	1	1	0.945
3	1	1.029	1	1	1.029
4	0.976	0.905	0.938	1.041	0.884
5	1.197	0.949	1.181	1.014	1.136
6	1.142	0.911	1	1.142	1.041
7	1.04	1.005	1.04	1.001	1.045
8	1	1.074	1	1	1.074
9	1.418	1.016	1	1.418	1.44
10	1.269	0.907	1.282	0.99	1.151
11	1	0.885	1	1	0.885
12	1.82	1.013	1.761	1.034	1.844
13	1	0.966	1	1	0.966
14	1.064	1.033	1.091	0.975	1.1
15	1	0.958	1	1	0.958
16	0.996	1.055	1.004	0.993	1.051
17	1.087	0.935	1.087	1	1.017
18	1.016	0.943	1.001	1.015	0.959
19	0.761	1.063	0.751	1.013	0.808
20	2.517	0.908	2.304	1.092	2.284
21	1.216	0.89	1.121	1.085	1.082
22	1.088	0.915	1.09	0.998	0.995
Moyenne	1.132	0.964	1.095	1.034	1.091

2012

<i>firm</i>	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>
1	0.918	0.948	0.937	0.98	0.87
2	1	1.142	1	1	1.142
3	1	1.033	1	1	1.033
4	0.888	0.942	0.861	1.032	0.837
5	0.892	1.041	0.886	1.007	0.929
6	1.066	0.963	1	1.066	1.026
7	0.543	0.971	0.546	0.994	0.527
8	1	1.018	1	1	1.018
9	1.749	0.983	1	1.749	1.719
10	0.87	1.007	0.943	0.923	0.876
11	1	0.925	1	1	0.925
12	0.924	1.062	0.953	0.97	0.982
13	0.865	0.983	0.871	0.993	0.851
14	0.976	1.012	0.961	1.015	0.987
15	1	1.013	1	1	1.013
16	0.999	1.015	0.979	1.02	1.014
17	0.885	1.078	0.921	0.961	0.954
18	0.993	1.047	0.979	1.015	1.04
19	1.162	1.015	1.159	1.003	1.18
20	1.263	1.128	1.281	0.985	1.424
21	0.967	1.112	1.084	0.891	1.075
22	0.956	1.126	0.962	0.994	1.076
Moyenne	0.977	1.024	0.959	1.018	1.000

2013

<i>firm</i>	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>
1	1.09	1.25	1.068	1.021	1.362
2	1	1.094	1	1	1.094
3	1	0.969	1	1	0.969
4	0.766	1.018	0.781	0.98	0.78
5	0.73	1.026	0.739	0.989	0.75
6	0.901	1.04	1	0.901	0.937
7	0.874	1.12	0.882	0.991	0.979
8	1	1.049	1	1	1.049
9	1.057	1.037	1	1.057	1.096
10	1.132	1.058	1.162	0.975	1.198
11	1	1.022	1	1	1.022
12	0.946	1.09	0.946	1	1.031
13	1.047	1.078	1.045	1.002	1.129
14	1.013	1.077	1.011	1.002	1.091
15	1	1.091	1	1	1.091
16	0.953	1.01	0.965	0.988	0.963
17	0.952	1.093	0.963	0.989	1.041
18	1.057	1.058	1.064	0.994	1.119
19	1.04	1.091	1.039	1.001	1.135
20	1.054	1.094	1.051	1.003	1.153
21	0.936	1.084	0.966	0.969	1.014
22	0.99	1.094	0.992	0.998	1.083
Moyenne	0.974	1.069	0.981	0.993	1.041

2014

<i>firm</i>	<i>effch</i>	<i>techch</i>	<i>pech</i>	<i>sech</i>	<i>tfpch</i>
1	1	1.19	1	1	1.19
2	1	1.012	1	1	1.012
3	1	1.026	1	1	1.026
4	1.3	0.893	1.309	0.993	1.161
5	1.055	0.986	1.028	1.026	1.04
6	0.954	0.984	1	0.954	0.939
7	1.019	1.05	1.027	0.991	1.069
8	1	1.162	1	1	1.162
9	1.063	1.03	1	1.063	1.094
10	0.794	1.083	0.791	1.003	0.859
11	1	0.874	1	1	0.874
12	1.085	1.025	1.105	0.982	1.113
13	0.953	1.014	0.954	0.998	0.966
14	1.019	1.067	1.012	1.007	1.088
15	1	1.032	1	1	1.032
16	1.053	1.039	1.051	1.001	1.093
17	0.993	1.011	0.951	1.045	1.004
18	1.038	0.984	0.986	1.053	1.021
19	0.941	1.023	0.939	1.001	0.962
20	1.015	1.116	1	1.015	1.133
21	1.05	1.033	0.998	1.051	1.084
22	0.974	1.027	0.964	1.01	1
Moyenne	1.010	1.028	1.002	1.008	1.038

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

ARTICLES SCIENTIFIQUES ET DOCUMENTS UNIVERSITAIRES

- i. Aigner Dennis, Lovell Cack, Schmidt Peter, Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Models, *Journal of Econometrics*, 6, 21-37, 1977.
- ii. Ambapour Samuel, Estimation des frontières de production et mesures de l'efficacité technique, Bureau d'Application des Méthodes Statistiques et Informatiques. Document de travail. 2001.
- iii. Baird Alfred. J., UK Port Privatization: In Context. Proceedings of UK Port Privatization Conference. Scottish Transport Studies Group. Edinburgh. 1995.
- iv. Balk Bert., Scale Efficiency and Productivity Change. *Journal of Productivity Analysis*, 15, pp. 159-183. 2001.
- v. Barros, C., Decomposing Growth in Portuguese Seaports: A Frontier Cost Approach. *Maritime Economics & Logistics*, 7, pp. 297-315. 2005.
- vi. Battese, Coelli, Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier production function and Panel Data, *Journal of Econometrics*, 38, 387-399, 1988.
- vii. Battese, Coelli, Colby, Estimation of Frontier Production Functions and the Efficiencies of Indian Farms using Panel Data from ICRISAT, Village Level Studies, *Journal of Quantitative economics*, 5, 327-348, 1989.
- viii. Battese, Corra, Estimation of Production Frontier Model: with application to the Pastoral Zone of Eastern Australia, *Australian Journal of Agriculture Economics*, 21, 169-179, 1977.

- ix. Benghalia Abderaouf, Modélisation et évaluation de la performance des terminaux portuaires. Modélisation et simulation. Université du Havre, français. NNT: 2015LEHA0010. 2015.
- x. Bloom Nicholas, Eifert Benn, Mahajan Aprajit., David McKenzie et John Roberts, "Does Management Matter? Evidence from India", the Quarterly Journal of Economics, vol. 128, no 1, p. 1-5. 2013.
- xi. Bo Lu, Shouyang Wang, Container Port and Management, Science Press Beijing, Springer. Beijing, China. ISBN: 978-981-10-2427-6. 2017.
- xii. Byung Joo Park., Hyung Rim Choi. Development of operation strategy to improve the efficiency for twin automated transfer crane in an automated container terminal. Department of MIS. Dong-A University. Busan. Korea, 2007.
- xiii. Coelli, J., A Guide to Frontier Version 4.1 : A computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, working paper, n°7/96, University of New England, Armidale, Australia, ISBN : 1 86389 4950, ISSN : 1327-435X. 1996.
- xiv. Coto-Millan, P., Banso-Pino, J., and Rodriguez-Alvarez, A. Economic Efficiency in Spanish Ports: Some Empirical Evidence. Maritime Policy and Management, 27 (2), pp. 169-174. 2000.
- xv. Coto-Millan, Pesquera et Castanedo, Essays on port economics, physica-verlag, a springer company, ISBN 978 3 7908 2425 4. 2010.
- xvi. Cochrane R. A., The Effects of Market Differences on the Throughput of Large Container Terminals with Similar Levels of Efficiency. Maritime Economics & Logistics, 10, pp. 35–52. 2008.
- xvii. Chuan yu Chen, Wen-Jing Hsu, Shell-Ying Huang, Simulation and optimization of container yard operations: a survey. Center for Advanced Information Systems. School of Computer Engineering. Nanyang Technological University. Singapore 2000.

- xviii. Cullinane K. P. B. and Khanna M., Economies of Scale in Large Containerships. *Journal of Transport Economics and Policy*, 33 (2), pp. 185-208. 1999.
- xix. Cullinane K. P. B. and Khanna M., Economies of Scale in Large Containerships: Optimal Size and Geographical Implications. *Journal of Transport Geography*, 8, pp. 181-195. 2000.
- xx. Cullinane K. P. B. and Song, D. W., A Stochastic Frontier Model of the Productive Efficiency of Korean Container Terminals. *Applied Economics*, 35 (3). 2003.
- xxi. Cullinane K. P. B., Song, D. W. and Gray, R., A Stochastic Frontier Model of the Efficiency of Major Container Terminals in Asia: Accessing the Influence of Administrative and Ownership Structures. *Transportation Research Part A*, 36, pp. 743-762. 2002
- xxii. Cullinane K. P. B. and Song D. W., Estimating the Relative Efficiency of European Container Ports: A Stochastic Frontier Analysis. *Research in Transportation Economics Vol 16 Port Economics*, 2006.
- xxiii. Cullinane K., and Talley W. K., Amsterdam, Netherlands. De Monie, G. *Measuring and Evaluating Port Performance and Productivity*. 1987
- xxiv. Deepankar Sinha, Container yard capacity planning: a causal approach. Indian Institute of Foreign Trade. W.P. No: LD-11-04. April 2011.
- xxv. Deprins D., Simar L., Estimation de frontières déterministes avec facteurs exogènes d'inefficacités, *Annales d'Économie et de Statistique*, n°14, 1989
- xxvi. Eric Heyer, Florian Pelgrin, Arnaud Sylvian, Translog ou Cobb-Douglas? Le rôle des durées d'utilisation des facteurs, banque du Canada, document de travail, ISSN: 1192-5434. 2004.
- xxvii. Estache A., Gonzalez M., and Trujillo L., Efficiency Gains from Port Reform and the Potential for Yardstick Competition: Lessons from Mexico. *World development*, 30 (4), pp. 545-560. 2002.

- xxviii. Fare R. and C.A.K. Lovell Measuring the Technical Efficiency of Production, *Journal of Economic Theory*, 19, pp. 150-162. 1987.
- xxix. Fischer A. Les ports maritimes. Essai de classification. In: *L'information géographique*. Volume 27 n°3. pp. 105-114. 1963.
- xxx. Flitsch Verena. Efficiency Measurement of Containers Ports, A new Opportunity of Hinterland Integration, Institute of Maritime Logistics, Hamburg University of Technology, Edition: *Research in Logistics and Production*, Germany, Vol. 2, N°2 PP: 163-173 ISSN : 2083-4942. 2012.
- xxxi. Forsund, F. R. and Hjalmarsson, L. On the Measurement of Productive Efficiency. *The Swedish Journal of Economics*, 76 (2), pp.141-154. 1974.
- xxxii. Forsund F. R. and Hjalmarsson, L. Generalised Farrell Measures of Efficiency: An Application to Milk Processing in Swedish Dairy Plants. *The Economic Journal* 89 (354), pp. 294-315. 1979.
- xxxiii. Forsund, Lovell, Schmidt, a Survey of Frontier Production Functions and of their Relationship to Efficiency Measurement, *Journal of Econometrics*, 13, 5-25. 1980.
- xxxiv. Francesco, Procelli, Measurement of Technical Efficiency, A brief Survey on parametric and no- parametric techniques, 2009.
- xxxv. Geoffrey Poitras, Jose Tongzon and Hongyu Li, Measuring Port Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis, National University of Singapore, Department of Economics and Statistics 1996.
- xxxvi. Glen Koyama et al. Berth and container yard capacity analysis. Department of Transportation. Harbors Division. April 2012.
- xxxvii. Gonzalez, M. M. and Trujillo L. Reforms and Infrastructure Efficiency in Spain's Container Ports. *Transportation Research Part A*, 42, pp. 243-257. 2008

- xxxviii. Goss, R. Economic Policies and Seaports: The Economic Functions of Seaports. *Maritime Policy and Management*, 17 (3), pp. 207-219. 1990.
- xxxix. Green, W. Lovell, Schmidt, the Econometric Approach to Efficiency Analysis, *Measurement of Productive Efficiency*, Oxford University Press, New York, 1993.
- xl. Hammou Jdioui, Côme Contazi, logistique en Afrique, transport et logistique. N°29, page 22. novembre 2015.
- xli. Haralambides, H. E., Cariou, P., and Benacchio, M. Costs, Benefits and Pricing of Dedicated Container Terminals. *International Journal of Maritime Economics*, 4, pp. 21-34. 2002.
- xlii. Hee-jung Yeo, competitiveness of Asian Container Terminals, the *Asian Journal of Shipping & Logistics*, Volume 26, Number 2, , pp 229. December 2010.
- xliii. Hendriks M. P. M., Lefeber E. J. T., Udding. Simultaneous berth allocation and yard planning at tactical level. *OR Spectrum* 35:441–456. Springer-Verlag. Eindhoven. Netherlands. 2013.
- xliv. Hong-Oanh Nguyen. Port competition: The chain approach. First international workshop on port economics. December 5-6. Singapore. 2012.
- xlv. Javier et al, Benchmarking container port technical efficiency in Latin America and the Carribean, IDB, working paper, series n° IDB-WP-474. Decembre 2013.
- xlvi. Julien Dubreuil. La logistique des terminaux portuaires de conteneurs. CIRRELT 2008/38. Québec. Canada. Août 2008.
- xlvii. Julien Leveque, William Roy, quelles avancées permettent les techniques de frontière dans la mesure de l'efficiencie des exploitants de transport urbain ? Université Lumière, Laboratoire d'Économie des Transports, UMR, CNRS n° 5593. 2004.

- xlvi. Kia M., Shayan E., Ghotb F., Investigation of port capacity under new approach by computer simulation. *Computer & Industrial, Engineerings* 42:533-540. Elsevier Science Ltd. Melbourn. Australia. 2002.
- xlix. Loke K.B., Kader A.S.A., and Zamani A.M., Conceptual framework for the evaluation of container terminal's expansion by marginal approach. *The International Conference on Marine Technology* 11-12. BUET. Dhaka, Bangladesh. December 2010.
1. Mallidis I. Dekker R. Iakovou E. Vlachos D. Tsitsamis, D. Yard management for improving the efficiency of a container terminal. 181-188. Department of Industrial Engineering. Aristotle University of Thessaloniki. MIBES 2009.
 - ii. Matthew E.H. Petering, Katta G. Murty, Effect of Block Length and yard crane deployment Systems on overall performance at a Seaport Container Transshipment Terminal, 2008.
 - iii. Merckx Filip. The Issue of dwell time charges to optimize container terminal capacity. IAME 2005 Annual Conference 23-25 June 2005. Limassol, Cyprus 2005.
 - iiii. Mohamed- Chérif Fatima Zohra, César Ducruet, les ports et la façade maritime du Maghreb entre l'intégration régionale et mondiale, ENSM, Algérie, 2011.
 - lv. Nam Kyu Park, Branislav Dragović, A case study of container terminal, *FME Transactions*, Vol. 37, No 4, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2009.
 - lv. Nathan McLellan, Measuring Productivity using, the Index Number Approach: An Introduction, New Zealand Treasury, Working Paper 04/05, 2004.
 - lvi. Neale R. Smith, Rosa, G. González-Ramírez, Pablo Miranda González. An optimization model for the yard allocation problem in a container terminal, 2012.
 - lvii. Nima Sharif Mohseni. Developing a tool for designing a container Terminal Yard. Master Thesis. Delft University of Technology. RHMD. Netherlands. November 2011.

- Iviii. Niswari Astrini. Container terminal expansion to build capacity: a case study. Master thesis. Erasmus Universiteit. Faculteit der Economische Wetenschappen. Rotterdam Netherlands 2005.
- lix. Pallis, A. Athanasios, Vitsounis, K. Thomas, De Langen, W. Peter and Notteboom, E. Theo, Port Economics, Policy and Management: Content Classification and Survey, Transport Reviews, Vol. 31(4), pp. 445-471. www.porteconomics.eu
- lx. Padilha, Pallis, Institutions, bureaucratic and logistical roles of dry ports: the Brazilian case, Journal of Transport Geography 27, pp, 46-55, 2013. www.porteconomics.eu
- lxi. Qianwen Liu. Efficiency analysis of container ports and terminals. Centre for Transport Studies. Department of Civil, Environmental and Geomatics Engineering. University College. London 2010.
- lxii. Rodriguez-Alvarez, A., Tovar, B. and Trujillo, L. Firm and Time Varying Technical and Allocative Efficiency: An Application to Port Cargo Handling Firms. International Journal of Production Economics.109, pp. 149-161. 2007.
- lxiii. Roe, M. Maritime governance and policy-making failure in the European Union. International Journal of Shipping and Transport Logistics, 1(1). P. 1-19. 2009
- lxiv. Ruggiero, J. Efficiency Estimation and Error Decomposition in the Stochastic Frontier Model: A Monte Carlo Analysis. European Journal of Operational Research, 155, pp. 555-563. 1999.
- lxv. Seitz, W. D. The Measurement of Efficiency Relative to a Frontier Production Function. American Journal of Agricultural Economics, 52, pp. 505-511. 1970.
- lxvi. Seitz, W. D. Productive Efficiency in the Steam-electric Generating Industry. Journal of Political Economy, 79, pp. 878-886. 1971.

- lxvii. Soner Esmer, Performance Measurements of Container Terminal Operations, Dokuz Eylul Universitesi, Cilt 10. Sayi, 1, 2008.
- lxviii. Subal C. Kumbhakar et C. A. Knox Lovell, Stochastic Frontier Analysis, Cambridge University Press, United Kingdom, ISBN 0 521 48184 8 Hardback. 2000.
- lxix. Sun, X., Yan, Y. and Liu, J. Econometric Analysis of Technical Efficiency of Global Container Operators, Proceedings of the 11th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies: Sustainable Transportation, pp. 667-676. 2006.
- lxx. Tabernacle, J. B. A Study of the Changes in Performance of Quayside Container Cranes, Maritime Policy and Management, 22(2), pp.115-124. 1995.
- lxxi. Talley, W. K. Optimum Throughput and Performance Evaluation of Marine Terminals. Maritime Policy and Management, 15(4), pp.327-331. 1998.
- lxxii. Tocheport Cécile, Baudrimont Isabelle, la pollution pétrolière du Prestige : conséquences biologiques sur la faune et la flore et effets sur la santé humaine. Université de Bordeaux, 2004.
- lxxiii. Tongzon, J. and Heng, W. (2005) Port Privatization, Efficiency and Competitiveness: Some Empirical Evidence from Container Ports (Terminals). Transportation Research Part A, 39, pp.405-424.
- lxxiv. Tovar, B., Trujillo, L., and Jara-Diaz, S. (2004) Organisation and Regulation of The Port Industry: Europe and Spain. Working paper, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.
- lxxv. Trotman-Dickenson, D.I. Economics of the Public Sector. Macmillan Press: London. 1996.
- lxxvi. Trujillo, L. and Nombela, G. Seaport. In: Privatization and Regulation of Transport Infrastructure. Guidelines for Policymakers and Regulators. Estache, A and de Rus, G. (Eds) The World Bank: Washington, DC. pp.113-170. 2000.

- lxxvii. Trujillo, L., and Tovar, B. The European Port Industry: An Analysis of its Economic Efficiency. *Maritime Economics and Logistics*, 9(2), pp.148-171. 2007
- lxxviii. Tulkens, H. and Eeckaut, P. V. Non-parametric Efficiency, Progress and Regress Measures for Panel Data: Methodological Aspects. *European Journal of Operational Research*, 80, pp. 474-499. 1995.
- lxxix. Van Putten M.P., Improving yard deployment efficiency at APM Terminals Rotterdam. Technische Universiteit.Eindhoven. August 2005.
- lxxx. Walters, A. Production and Cost Functions: An Econometric Survey. *Econometrica*. 31(1/2), pp.1-66. 1963.
- lxxxi. Wang, T.F., Cullinane, K., and Song, D. W. Container Port Production and Economic Efficiency, Palgrave MacMillan. New York. 2005.
- lxxxii. Wiegmans, B.W., Ubbels, B., Rietveld, P., and Nijkamp, P. Investments in Container Terminals: Public Private Partnerships in Europe. *International Journal of Maritime Economics*, 4, pp. 1-20. 2002.
- lxxxiii. William Sjostrom. Ocean Shipping Cartels: A survey, *Review of Network Economics* Vol. 3. Issue 2. June 2004.
- lxxxiv. Winston, C. Conceptual Developments in the Economics of Transportation: An Interpretive Survey. *Journal of Economic Literature*, 23(1), pp. 57-94. 1985.
- lxxxv. Yin Lu, Port Performance Benchmarking and Efficiency Analysis, National University of Singapore, Department of Civil and Environmental Engineering, 2014.

OUVRAGES

- i. Alderton, A. reeds sea transport: Economics and operations, 5^{ème} édition, 2005.
- ii. Chrzanowski I., An Introduction to Shipping Economics, Edited Wiater S. J. 1985.
- iii. Fayle E., Short history of the world's shipping industry, 2005.
- iv. Julian Bray, Andrew Lansdale, Jurgen Verreet, Economics of sea Transport and International Trade, Institute of Chartered Shipbrokers. United Kingdome, 2013.
- v. Marlow Peter, Kyriaki Mitroussi, the Blackwell Companion to Maritime Economics, Chapter 15, Shipping Taxation, Page 304. Copyright © 2012 Blackwell Publishing Ltd. 2012.
- vi. Maurice Allais, La crise mondiale d'aujourd'hui, 1999
- vii. McConville, Economics of Maritime Transport, 1999.
- viii. Porter Michael, the Competitive Advantage of Nations, Harvard Business Review, March-April, p. 75, 1990.
- ix. Piriou Jean-Paul, Lexique de sciences économiques et sociales, Repères, La Découverte. France. 2011.
- x. Samuelson Paul, L'Avenir des relations économiques internationales, Calmann-Lévy 1971.

RAPPORTS ET NOTES DE SYNTHÈSE

- i. Belouard A. Nabil, Application de l'analyse de frontière stochastique à l'estimation de l'efficacité technique des entreprises algériennes, effet de la forme de propriété, École Nationale Supérieure de Statistique et d'Économie Appliquée, Alger, 1999.
- ii. BOUCHET Anne Gallais, Stratégie de coopération des armements de ligne régulière. Note de synthèse 172 – mars 2015.
- iii. Cariou Pierre, Oliviera Gabriel, les déterminants de l'efficacité portuaire : une analyse des ports à conteneurs méditerranéens. Région et Développement n°24, France, 2015.
- iv. Cariou Pierre, les économies d'échelles dans le transport maritime de lignes régulières, Laboratoire d'économie de Nantes, Centre d'Observation et de Recherches sur les Ressources Aquatiques et les Industries Littorales (CORRAIL), les Cahiers scientifiques du Transport N° 73/2000, Pages 75-96. 2000.
- v. Chambreuil Alain, Productivité des terminaux à conteneurs, Centre d'Études Techniques Maritimes Et Fluviales CETMEF. France. Juillet 2011.
- vi. KAPELLA Adam et MORVAN Murielle, Analyse de conjonctures économiques : le transport et les services maritimes, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Mission de la Flotte de commerce. France. ISSN : 2269-9139. 1^{er} trimestre 2014.
- vii. Fremont Antoine, le monde en boîtes, conteneurisation et mondialisation, Synthèse INRET, n°57. Janvier 2007.
- viii. Communiqué de presse activité 2011, Autorité portuaire TMSA.
- ix. Communiqué de presse activité conteneurs. Janvier – mars 2012, Autorité portuaire TMSA.
- x. Containerisation international yearbook 2006 à 2014.

- xi. Dossier port à conteneurs, comment naviguer au milieu des géants ? Supply Chain Magazine. Octobre 2015, n°98 p 69.
- xii. International Maritime Organization, Maritime Knowledge Centre, 2012 à 2015
- xiii. Huguenin Jean-Marc, Data Envelopment Analysis, IDHEAP – Cahier, 278/2013, Chaire Finances Publiques, Lausanne, Suisse, ISBN : 978-2-940390-56-4. 2013.
- xiv. Mareî Nora, La Méditerranée sous le regard de la conteneurisation, Note de synthèse N°163, ISEM, Mars 2014.
- xv. Mareî Nora, Enjeux maritimes et portuaires du détroit de Gibraltar, Note de synthèse, n° 105, ISEMAR. Mai 2008.
- xvi. Mareî N., Tanger-Med un port eurafricain, Transport et territoires insulaires, Géotransports n° 3, 2014.
- xvii. Maritime Logistics & Trade Consulting, CATRAM, Etude de marché sur les terminaux portuaires à conteneurs, en Afrique de l'Ouest et du Centre, Rapport final 2013.
- xviii. McFetridge, Danald G, La compétitivité : notions et mesures, document hors-série n°5, Ottawa. Industrie de Canada, 1995.
- xix. Ministère de l'Écologie de l'Énergie, de Développement Durable et de la Mer (MEEDEM), Etude du suivi de l'offre et de la demande de transport maritime, Maritime Logistics & Trade Consulting. Note explicative, France. 2010.
- xx. Schreyer Paul et Dirk Pilat, Mesure de la productivité, revue économique de l'OCDE, n°33, 2001/II. 2001.
- xxi. Soberón Ana. Martin. The capacity in container port terminals. UNCTAD. Ad Hoc Expert Meeting on Assessing Port Performance. Palais des Nations Geneva, Switzerland. December 2012.

- xxii. Rapport ANP 2011 à 2014
- xxiii. Report/Alexandria International terminal.
- xxiv. Report/Datos Tecnicos La luz.
- xxv. Report/DPW Tarragona Infrastructure. web.dpworld.com
- xxvi. Report/Egyptian Ports Analysis.
- xxvii. Report/ESPO Bari. www.espo.org
- xxviii. Report/ESPO Levante. www.espo.org
- xxix. Report/Las Spezia Terminal Brochure. www1.eurogate.de/en/Terminals/La-Spezia
- xxx. Report/OMMP/Port of Rades. <http://www.ommp.nat.tn>
- xxxi. Report/Port of Barcelone. www.portdebarcelona.cat
- xxxii. Report/Voltri Terminal Europa PSA.
- xxxiii. Report/Port Said Handling Company.
- xxxiv. Report/Tarragona memo 2007 to 2014.
- xxxv. Report/Thessaloniki Statistics.
- xxxvi. Report/World Port Ranking.
- xxxvii. Sharples, J., Milham, N, Long run competitiveness of Austrian agriculture. USDA, Economic Research Services, Foreign Agricultural Economics Report 243. 1990.

- xxxviii. Texte portant création de Tanger Med (Décret-loi n°22.02.644 du 10 Septembre 2002 publié au BO 5040 ; page 1001).
- xxxix. UNCTAD, Guidelines for Port Authorities and Governments on the privatization of port facilities, 1998.
- xl. UNCTAD, Performance Model, Ad-Hoc Expert Meeting 2012.
- xli. UNCTAD, Review of Maritime Transport, 2006 à 2015.
- xlii. Understanding Maritime Economics regarding Port Financial Economics Essay, March 2015. Ukessays.com
- xliii. World Merchant Fleet, Equasis Statistics, 2005 à 2015.

SITES-WEB

- i. www.Alphaliner.com
- ii. www.alternatives-economiques.fr
- iii. www.anp.org.ma
- iv. www.banquemonde.org/
- v. www.cluster-maritime.fr/
- vi. www.container-mag.com/
- vii. <https://www.drewry.co.uk/>
- viii. www.europedia.moussi.eu
- ix. www.iaphworldports.org/statistics
- x. www.insee.fr
- xi. www.itfglobal.org
- xii. www.lantenne.com
- xiii. www.ocde.org
- xiv. mappemonde.mgm.fr/num29/articles/art11103.html
- xv. www.tmpa.ma
- xvi. www.universalis.fr
- xvii. www.wikipedia.org
- xviii. www.portstrategy.com
- xix. www.anp.org.ma

**LISTE
DES TABLEAUX
ET FIGURES**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Évolution du trafic maritime international (en million de tonnes chargées)	24
Tableau 2 : Flotte mondiale par catégorie de navires en milliers tpl 2011 à 2015.....	37
Tableau 3 : Évolution en 1000 tonnes des navires de la ligne régulière	60
Tableau 4 : Classement des caractéristiques des chargeurs en comparaison avec le modèle Ford	63
Tableau 5 : Principales caractéristiques du conteneur "standard".....	65
Tableau 6 : Allocation des coûts selon différents modes de production (Autorité et Stevedore)...	85
Tableau 7 : Catégorie des actifs d'un port.....	86
Tableau 8 : Principaux ports de la Méditerranée classés par performance evp (2013).....	96
Tableau 9 : Les principales alliances stratégiques entre compagnies maritimes	106
Tableau 10 : La part de la Méditerranée dans le trafic mondial en evp	109
Tableau 11 : Caractéristiques des principaux terminaux pour le trafic domestique.....	112
Tableau 12 : Nombre de navires par pavillon	113
Tableau 13 : Top 10 du carnet de commandes des principales compagnies maritimes	114
Tableau 14 : Nombre de ports connectés à Tanger-Med classés par continent	115
Tableau 15 : Services connectés au port Tanger-Med	117
Tableau 16 : Avantages et inconvénients de chaque méthode.....	130
Tableau 17 : Revue de littérature sur la base de la méthode SFA	135
Tableau 18 : Revue de littérature sur la base de la méthode DEA.....	141
Tableau 19 : Formes fonctionnelles dans le modèle déterministe.....	153
Tableau 20 : Trafic evp des ports de la Méditerranée.....	168
Tableau 21 : Spécification des variables pour les ports.....	171
Tableau 22 : Statistiques descriptives au niveau des ports.....	172
Tableau 23 : Matrice de proximité (Coefficient de corrélation de Pearson).....	174
Tableau 24 : Synthèse du test Shapiro-Wilk (test de Normalité)	175
Tableau 25 : Modèles pour l'analyse de la performance des ports échantillonnés.....	178
Tableau 26 : Test de maximum de vraisemblance	182
Tableau 27 : Hypothèses nulles pour différents modèles Cobb-Douglas d'ET	183
Tableau 28 : Résultats d'estimation de maximum de vraisemblance des paramètres de la frontière stochastique avec effets de temps variant	186
Tableau 29 : ET des ports de l'échantillon selon le modèle à effets <i>endogènes</i> 1.3.....	191
Tableau 30 : Classement d'efficacité pour modèle 1.3	193
Tableau 31 : ET des ports de l'échantillon selon le modèle à effets <i>exogènes</i> 1.4	195

Tableau 32 : Typologie de différentes stratégies menées par les ports.....	200
Tableau 33 : Spécification des variables pour les TC	208
Tableau 34 : Statistiques descriptives des TC	208
Tableau 35 : Matrice de proximité (coefficient de corrélation de Pearson)	211
Tableau 36 : Trafic evp des TC de l'étude.....	212
Tableau 37 : Sommaire d'efficacité des terminaux à conteneurs (totale, technique, d'échelle). 220	
Tableau 38 : Les trois TC sélectionnés pour l'analyse de l'efficacité d'échelle.....	222
Tableau 39 : Sommaire des projections du terminal Eurogate Tanger SA.....	223
Tableau 40 : Benchmarks du terminal Eurogate Tanger.....	223
Tableau 41 : Sommaire des projections du terminal Medcenter de Gioia Tauro.....	225
Tableau 42 : Pairs du terminal MedCenter Gioia Tauro	225
Tableau 43 : Sommaire des projections du terminal Thessaloniki Container Terminal SA	226
Tableau 44 : Pairs du terminal Thessaloniki Container Terminal	226
Tableau 45 : Classement d'efficacité totale des terminaux pour le facteur exogène (transbordement ou local)	229
Tableau 46 : Modèle 3 d'efficacité à l'échelle ports à conteneurs de la Méditerranée	232
Tableau 47 : Situation d'économie d'échelle des ports sélectionnés.....	233
Tableau 48 : Informations du port Tanger-Med (Output et input –niveau et mix-input).....	234
Tableau 49 : Indice de Malmquist Port Tanger-Med.....	235
Tableau 50 : Informations du port du Pirée (Output et input –niveau et mix-input).....	236
Tableau 51 : Indice de Malmquist Port du Pirée	236
Tableau 52 : Moyenne générale des scores d'ET des ports et terminaux.....	240
Tableau 53 : Comparaison des scores entre ports et terminaux.....	243
Tableau 54 : Comparaison de nature de rendement d'échelle au niveau des ports et des terminaux.....	246
Tableau 55 : Modèle de simulation capacité de quai de Tanger-Med I	264
Tableau 56 : Modèle de simulation capacité de yard de Tanger-Med I	265
Tableau 57 : Capacité physique et opérationnelle de terrepleins de Tanger Med.....	270
Tableau 58 : Simulation de la capacité en nombre de conteneurs evp.....	270

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Modèle statique d'offre et de demande et prix d'équilibre	19
Figure 2 : Part d'économie dans le PIB mondial	23
Figure 3 : Composition du trafic maritime en 2014.....	24
Figure 4 : Trafic maritime en tonnes-milles par type de fret dans la période 2000 à 2015.....	27
Figure 5 : Réponse de l'offre du transport maritime à la variation du fret.....	35
Figure 6 : Croissance annuelle en pourcentage tpl de la flotte mondiale entre 2000 et 2014.....	36
Figure 7 : Composition de la flotte marchande par type de navire en % tpl depuis 1980.....	37
Figure 8: Relation entre coûts supportés et output (total et unitaire).....	40
Figure 9: Relation traditionnelle du coût total avec le coût marginal.....	42
Figure 10 : Coût moyen à long terme et rendements d'échelle	43
Figure 11 : Les cinq forces du Porter	53
Figure 12 : Chaîne de valeur de Porter (1980)	54
Figure 13 : Évolution des types de navires.....	59
Figure 14 : Répartition selon la taille en tonnage brut des différents types des navires de la ligne régulière.....	61
Figure 15 : Structure de production d'un transporteur maritime.....	81
Figure 16 : Mode de production et coûts affectés (selon différents types de contrat)	84
Figure 17 : Principaux détroits de la Méditerranée	96
Figure 18 : Évolution des porte-conteneurs	105
Figure 19 : Évolution du trafic par type exprimé en millier evp.....	110
Figure 20 : Trafic gateway du Maroc.....	111
Figure 21 : Trafic gateway par statut vide ou plein.....	111
Figure 22 : Nombre de navires selon le pavillon.....	113
Figure 23 : Nombre de ports desservis par Tanger-Med I.....	116
Figure 24 : Fonction "moyenne" et fonction "frontière"	128
Figure 25: Rôles et modèles de propriété au niveau des services et actifs portuaires	145
Figure 26 : Mesure de l'ET selon le modèle orienté-Inputs et modèle orientés-Outputs	163
Figure 27 : Présentation du Slack et scores d'efficacité	165
Figure 28 : Ports de la Méditerranée étudiés.....	167
Figure 29 : Trafic des ports à l'étude en 2014	169
Figure 30 : Représentation des données Inputs.....	172
Figure 31 : Boîtes à moustaches des variables au niveau des ports de l'étude	173
Figure 32 : Diagrammes P-P des variables de l'étude.....	176
Figure 33 : Histogrammes des variables sélectionnées.....	177

Figure 34 : Graphique ET des ports de la Méditerranée pour l'année 2014	194
Figure 35 : Graphique ET selon modèle 1.4 du port de Tarragona	196
Figure 36 : Graphique ET selon modèle 1.4 du port d'Alex	196
Figure 37 : Graphique ET selon modèle 1.4 du port de Pirée	197
Figure 38 : Graphique ET selon modèle 1.4 du port d'Algésiras vs Tanger-Med	197
Figure 39 : Grille de performance économique (Relation investissement et trafic du port).....	199
Figure 40 : Les boîtes à moustaches (ou diagrammes de Tuckey) des TC	209
Figure 41 : Graphiques des variables sélectionnées au niveau des TC	210
Figure 42 : Classement des TC par trafic	213
Figure 43 : Efficacité totale, technique et d'échelle des TC	221
Figure 44 : Graphique régression linéaire des deux modèles <i>gateway</i> et transbordement	230
Figure 45 : Récapitulatif des modèles d'évaluation de performance des ports et terminaux avec hypothèse, forme de fonction et spécification des variables.....	239
Figure 46 : Ensemble de production des TC (illustration des frontières CRS et VR)	247
Figure 47 : Illustration des frontières CRS et VRS et nature de rendement d'échelle	251
Figure 48 : Ensemble de production des ports à conteneurs (illustration des frontières CRS et VRS	252
Figure 49 : Effet de changement technologique port de Tarragona	254
Figure 50 : Schéma typique du processus de production dans un port/terminal.....	261
Figure 51 : Trafic des TC Tanger Med I.	266
Figure 52 : Indicateur de performance pour le calcul de la capacité du quai en EVP.....	268
Figure 53 : Résultat de simulation de la capacité du port Tanger Med I	268

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES

Dédicaces.....	iii
Résumé.....	iv
Abstract.....	v
Remerciements.....	vi
SOMMAIRE.....	vii
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE I. LES PORTS ET TERMINAUX À CONTENEURS DANS L'ÉCONOMIE DE TRANSPORT MARITIME.....	13
<i>Introduction</i>	14
<i>SECTION I: L'évolution de l'industrie du transport maritime</i>	20
A. La demande dans l'industrie maritime évolue dans le temps	20
1. <i>La demande maritime dépend du commerce entre différents pays</i>	20
2. <i>Le concept de la demande dérivée</i>	27
B. L'analyse de l'offre et notion de flotte active.....	28
1. <i>Modification de l'offre à long et à court terme</i>	30
2. <i>Concept de la flotte active</i>	34
3. <i>L'offre marchande évolue dans le temps</i>	36
<i>SECTION II: Structure des coûts du shipping business : concept d'économie d'échelle</i>	39
A. Structure des coûts du shipping business.....	39
1. <i>Structure des coûts dans le court terme</i>	39
2. <i>Analyse des coûts à long terme : économie d'échelle et notion de taille optimale</i>	42
B. Coûts de fonctionnement de navire et facteurs déterminants de la relation coût-output.....	45
C. Les effets de régimes fiscaux et d'immatriculation du navire sur les coûts	47

SECTION III: <i>La compétitivité et le rôle des ports et terminaux à conteneurs</i>	50
A. La compétitivité dans le secteur de la ligne régulière	50
1. <i>Essai de définition et spécialisation de la ligne régulière</i>	51
2. <i>Révolution de la conteneurisation</i>	64
3. <i>Le régime des conférences et les stratégies armatoriales</i>	67
3.1 Régime des conférences	67
3.2 Les consortias, ententes techniques et opérationnelles.....	72
B. Ports et terminaux à conteneurs	76
1. <i>Les fonctions du Port, chenal d'accès, voie navigable et Terminal portuaire</i>	77
2. <i>La structure de production, des coûts et configurations des Ports/Terminaux</i>	81
3. <i>Le rôle qui incombe à l'État et l'autorité portuaire</i>	87
Conclusion du chapitre I	92
CHAPITRE II. L A PERFORMANCE ÉCONOMIQUE : FONDEMENTS CONCEPTUELS ET REVUE DE LITTÉRATURE	93
<i>Introduction</i>	94
SECTION I : <i>Analyse économique des ports/terminaux dans la méditerranée : cas tanger-med</i>	94
A. Justification du choix de l'emplacement à l'étude en Méditerranée	94
B. Enjeux de la performance sur le développement portuaire, territorial et régional	95
1. <i>Développement des hubs méditerranéens</i>	95
2. <i>Intégration régionale et territoriale de Tanger-Med</i>	99
3. <i>Concurrences entre les ports</i>	103
C. Analyse de la conjoncture économique : Cas Tanger-Med	107
1. <i>Tendances économiques globales du trafic maritime</i>	107
2. <i>Évolution du trafic de conteneurs à Tanger-Med et Méditerranée</i>	108
3. <i>Analyse des services maritimes du port Tanger-Med</i>	115
SECTION II : <i>Performance économique : fondements conceptuels et principes directeurs</i>	119
A. Méthodes et approches de la performance économique	121
1. <i>Les méthodes de mesures de la performance</i>	121

2. Méthodes d'estimation de l'efficacité	124
B. Approche paramétrique et non paramétrique	126
1. Approche paramétrique : Méthode SFA	126
2. Approche non paramétrique : Méthode DEA	128
SECTION III : Revue de littérature de la performance : de l'émergence à son introduction dans le milieu portuaire	131
A. Performance : Objectifs des travaux dans la littérature existante	131
B. Spécification des variables et méthode d'estimation dans la littérature existante.....	145
<i>Conclusion du chapitre II</i>	<i>149</i>
CHAPITRE III. ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE PORTUAIRE, APPROCHES THÉORIQUES ET RÉSULTATS EMPIRIQUES	151
<i>Introduction</i>	<i>152</i>
SECTION I : Méthodologie et définition des modèles	152
A. Méthodologie adoptée dans la recherche : la SFA	152
1. Partie déterministe du modèle : La forme fonctionnelle.....	152
2. Partie stochastique du modèle : La distribution	155
3. Définition du modèle et spécification des variables.....	157
3.1 Définition du modèle Battese et Coelli 1992	157
3.2 Définition du modèle Battese et Coelli 1995	159
3.3 Prédiction d'efficacité	160
3.4 Spécification des variables	160
B. DEA méthode de mesure de performance.....	161
1. Modèle sous hypothèse de rendements d'échelle constants (CCR)	162
2. Modèle sous hypothèse de rendements d'échelle variables (BCC)	164
3. Facteur Total de Productivité (indice de Malmquist)	166

SECTION II :	<i>Évaluation et benchmark de la performance économique des ports à conteneurs de la méditerranée</i>	167
A.	Description des données	167
B.	Définition des modèles <i>Stochastic Frontier Analysis</i>	177
C.	Résultats et analyse du benchmark	181
1.	<i>Résultats des modèles</i>	181
2.	<i>Évaluation de la performance économique : la partie stochastique du modèle</i>	183
2.1	Modèle à effets <i>endogènes</i> sur le système d'efficacité des ports à conteneurs	184
2.2	Modèle à effets <i>exogènes</i> : le commerce de la Chine	185
2.3	Les élasticités de production des ports et la variable trend	186
3.	<i>Évaluation de l'efficacité technique</i>	190
	<i>Conclusion du chapitre III</i>	201
CHAPITRE IV.	MESURE DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE ET D'ÉCHELLE DES PRINCIPAUX TERMINAUX À CONTENEURS DE LA MÉDITERRANÉE ET DE TANGER-MED.	204
	<i>Introduction</i>	205
SECTION I :	<i>Évaluation et benchmark de la performance économique des terminaux à conteneurs</i>	207
A.	Description des données :	207
B.	Définition du modèle <i>Data Envelopment Analysis</i>	214
C.	Résultats d'estimation et analyse de la performance des terminaux	217
1.	<i>Critères d'évaluation et interprétation</i>	217
2.	<i>Les terminaux opèrent à des échelles décroissantes</i>	222
2.1	Eurogate Terminal (Rendement décroissant à l'échelle)	222
2.2	Medcenter Terminal (Rendement décroissant à l'échelle)	224
2.3	Thessaloniki Terminal (Rendement croissant à l'échelle)	226
3.	<i>Efficacité économique et facteur exogène</i>	227
SECTION II :	<i>Analyse comparative de performance et politiques portuaires</i>	231
A.	Indice de productivité totale et taille optimale : Indice de <i>Malmquist</i>	231
B.	Analyse comparative entre port et terminaux : Illustration des <i>frontières</i>	238
1.	<i>La relation entre scores d'efficacité et modèles de performance</i>	238

2.	Illustration des frontières et analyse comparative sur la base de la nature de rendement	244
2.1	DEA frontière d'efficacité pour cas des terminaux :	247
2.2	DEA frontière d'efficacité pour cas des ports :	251
SECTION III : Analyse de la productivité logistique des terminaux : étude empirique de cas tanger med.....		
	258
A.	Présentation du modèle empirique UNCTAD (CNUCED)	259
1.	<i>Les mesures de performance et processus du terminal.....</i>	259
2.	<i>Cadre conceptuel du modèle UNCTAD.....</i>	261
3.	<i>Présentation du modèle empirique UNCTAD.....</i>	263
B.	Résultats de la mesure de la productivité des terminaux de Tanger-Med.....	265
1.	<i>Performance du terminal Tanger Med.....</i>	266
2.	<i>Modèle de simulation de quai en evp.....</i>	268
3.	<i>Modèle de simulation de la capacité de Yard.....</i>	269
C.	Analyses et interprétations.....	270
<i>Conclusion du chapitre IV</i>		274
CONCLUSION GÉNÉRALE.....		277
ANNEXES.....		285
BIBLIOGRAPHIE.....		299
LISTE DES TABLEAUX		315
LISTE DES FIGURES		317



كلية العلوم القانونية والاقتصادية
والاجتماعية - طنجة
FSJES TANGER