

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

CRAFTING AND IMPLEMENTING AN INTEGRATED PORT STRATEGIC CAPACITY PLANNING MODEL

HASSAN OUBAHA

Doctorant en Sciences de Gestion, Université Ibn Tofail, Kenitra,
Maroc

h_oubaha@marsamaroc.co.ma

ABDELLAH HOUSSAINI

Professeur de l'Enseignement Supérieur, Directeur du centre de Recherche en Management et Commerce, Université Ibn Tofail, Kenitra, Maroc

houssaini04@yahoo.fr

MOHAMMED AMINE BALAMBO

Professeur Chercheur à l'université Ibn Tofail, Kenitra, Maroc

balambo@gmail.com

Date de soumission : 04/06/2020

Date d'acceptation : 10/09/2020

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

RESUME

Les managers portuaires, qui agissent dans un environnement caractérisé par l'incertitude et la concurrence, sont soumis à la pression des armateurs et des industriels pour traiter leurs navires rapidement. Ils sont ainsi appelés à assurer un équilibre permanent entre la capacité du port et le trafic portuaire. Etant donné l'absence d'un outil adéquat de planification stratégique des capacités portuaires aussi bien dans la théorie que dans la pratique, cet article développe un modèle inclusif, reproductible et facilement actionnable. Le modèle proposé est fondé, à partir de la théorie, sur cinq impératifs : l'incertitude, la concurrence, le risque du nouvel entrant, le compromis entre les économies d'échelles d'investissement et les flexibilités inhérentes à un investissement étalé dans le temps et enfin, la nécessité de rationaliser l'exploitation de l'infrastructure existante avant de se lancer dans un nouvel investissement. L'implémentation réelle du modèle construit au port de Jorf-Lasfar, moyennant des procédures organisationnelles adaptées, a permis d'élaborer les prévisions probabilistes triennales du trafic et mener à terme le processus de planification stratégique de la capacité de ce port. Cette recherche a permis également d'identifier les clés de succès du modèle proposé ainsi que les facteurs de facilitation de son implémentation et les critères d'appropriation de cet outil de gestion par les acteurs du terrain.

MOTS CLES : Port, Capacité portuaire, Planification stratégique, Incertitude, Prévisions du trafic portuaire

ABSTRACT

In an environment characterized by uncertainty and fierce competition, port managers are working under the pressure of shipowners to process their ships quickly. They are thus called upon to ensure a sustained balance between the increasing throughput and the capacities of their ports to handle ships efficiently. In the absence of an adequate port capacity planning tool in academia and practice, this article has developed an integrated, reproducible and easy to use model. The suggested model is based on five imperatives: the uncertainty, the competition, the risk of the new entrant, the need to rationalize the port operations and the compromise between economies of scale of investment and the flexibilities inherent in a spread investment. The implementation of the model at Jorf-Lasfar port, through adapted organizational procedures, made it possible to draw up probabilistic three-year throughput forecasts and to complete the capacity planning process. This research made it possible to identify the key success factors of the developed model as well as the implementation facilitating factors and the criteria of an easy appropriation of the model by the port managers.

KEY WORDS: Port, Port capacity, Capacity planning, Uncertainty, Port throughput forecasts

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

INTRODUCTION

A l'ère de la concurrence et du just-in-time, le rôle des ports a évolué pour constituer un avantage compétitif des économies et des supply chains, permettant de faire parvenir les marchandises aux marchés de destination d'une façon plus rapide et plus rentable. Cet objectif ultime ne peut être atteint qu'à travers une planification stratégique efficace permettant de doter les ports par des capacités adaptées au volume des échanges. Or, en l'absence d'un outil de gestion inclusif, adéquat et facilement actionnable, la question pertinente qui continue de préoccuper les managers portuaires consiste à s'interroger sur la démarche structurée permettant de réussir la planification des investissements dans les nouvelles capacités portuaires. L'objet de cet article consiste ainsi à proposer un modèle inclusif qui permet aux praticiens d'assurer un équilibre permanent entre la capacité et les prévisions du trafic portuaire. Une fois construit sur la base de l'exploration théorique, le modèle, qui n'est autre qu'une connaissance procédurale sous forme d'une représentation intelligible, est mis à la disposition des managers du port de Jorf Lasfar pour intervenir efficacement dans ce port. Cette mise à l'épreuve qui a duré environ quinze mois pour la partie Lean et un mois pour la partie Agile avec une forte présence sur le terrain a permis de valider l'adéquation de l'outil de gestion construit et conclure des enseignements pertinents.

1. CONTEXTE

La confirmation du transport maritime en tant que voie de transport prédominante et la progression des échanges à l'échelle mondiale ont été accompagnés par le développement aussi bien des infrastructures que du rôle des ports. La posture d'agilité leurs permettant de s'adapter à leurs environnements changeants et incertains a été définie comme étant la caractéristique des ports de quatrième génération (PAIXAO et MARLOW, 2003). Les ports sont ainsi appelés à améliorer leurs performances afin de répondre à la pression des industriels qui ambitionnent un accès aux marchés. Le Maroc, qui n'échappe pas aux différentes tendances mondiales du transport maritime, a fixé en 2011 sa stratégie portuaire nationale à l'horizon 2030 après avoir instauré un nouveau mode de gouvernance portuaire basé sur la concession des terminaux aux opérateurs et l'introduction de la concurrence. Cette stratégie vise entre

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

autres à rechercher la performance grâce notamment à l'incitation à l'innovation, l'optimisation et la valorisation des infrastructures portuaires existantes et leur adaptation aux incertitudes du long terme.

2. PROBLEMATIQUE MANAGERIELLE

Le contexte mondial changeant, la croissance soutenue du volume des échanges par voie maritime ainsi que la forte demande des industriels et des armateurs en matière de qualité des prestations mettent les ports sous la pression continue pour accroître leurs capacités afin de traiter les navires avec rapidité et rentabilité. Or, afin d'assurer aussi bien l'efficacité que l'efficience de tout investissement dans de nouvelles capacités portuaires, les ports sont appelés à instaurer un équilibre entre le volume des marchandises échangées à l'international et leur capacité permettant de faire transiter ce volume à un niveau de qualité de service acceptable. En effet, le déséquilibre entre la quantité du trafic et la capacité offerte par un port se manifeste selon deux situations différentes qui sont toutes les deux pénalisantes pour les économies et les industriels (DEKKER, 2005). D'une part, l'insuffisance de la capacité crée la congestion des ports et prolonge les durées des attentes des navires. Ces retards pénalisent les chargeurs et les destinataires qui sont obligés de payer des surestaries en devise aux armateurs pour rémunérer l'immobilisation de leurs navires au-delà des délais prévus par les chartes parties. En contrepartie, la surcapacité des ports mène à des coûts fixes anormalement élevés, qui sont dus aux différents investissements irréversibles et sous exploités. Lesquels coûts rendent difficile la récupération du capital investi. Face à ce dilemme, les managers portuaires continuent à s'interroger sur « quand » et « comment » prendre la décision d'extension de la capacité d'un port pour assurer un équilibre permanent entre la capacité offerte et la quantité du trafic maritime. Ceci ne doit être ni avant le moment qu'il le faut, qui engendrerait une surcapacité, ni après le moment qu'il le faut, qui engendrerait une congestion.

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

3. METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Etant donné que le fonctionnement des ports implique l'intervention de plusieurs parties prenantes qui ont des missions et des intérêts différents voir même contradictoires, il est important de positionner l'objet de cette recherche par rapport à ces intervenants afin d'éviter toute démarche à plusieurs sens. En général, il existe deux perceptions différentes : la considération du port comme étant dévoué à produire un service public où les redevances sont justifiées par le financement des infrastructures nécessaires d'une part, et la considération du port comme étant une partie du business qui évolue dans un marché caractérisé par la concurrence et qui exige la sélection des projets d'investissements sur la base de l'efficacité d'autre part (MUSSO et al., 2006). Cette recherche est menée du point de vue de l'intérêt des opérateurs des terminaux portuaires. Son objet sera ainsi conçu pour répondre au besoin spécifique de ces derniers. Ce choix a été adopté du fait de l'abondance des recherches fondées sur une perception caractérisée par l'intérêt public et la rareté de celles qui sont menées d'un point de vue du profit des opérateurs portuaires.

Par ailleurs, afin de se faire guider dans le chemin de cette recherche, il a été plus simple de s'inspirer d'un modèle de méthodologie préexistant et éprouvé (ROYER et ZARLOWSKI, 2014). Ainsi, étant donné que la démarche de recherche proposée par CHANAL *et al.* (2015) concerne la construction de modèles de gestion permettant d'articuler des connaissances afin d'apporter une solution à une problématique managerielle concrète, il a été évident d'exploiter l'opportunité offerte par ce prototype pour faire le choix de la méthodologie de cette recherche représentée par la figure 1 :

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

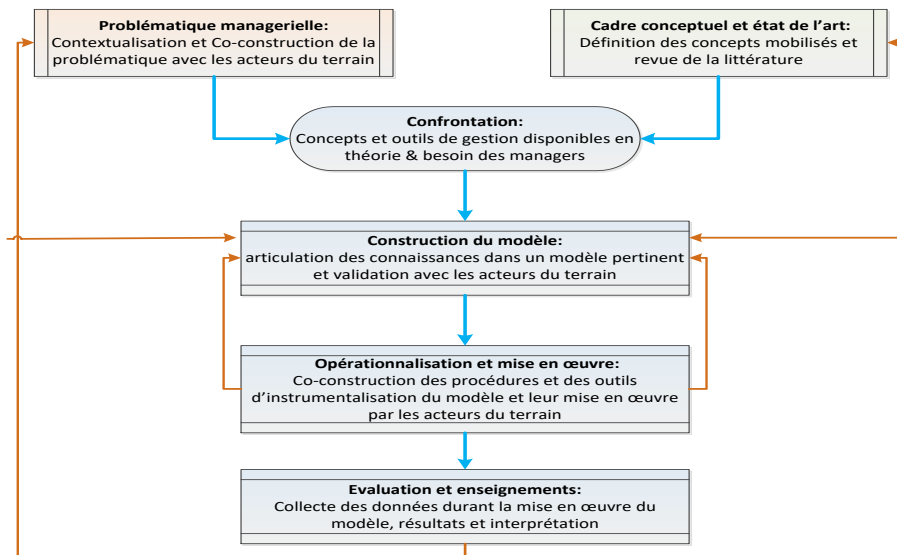


Figure 1: méthodologie de recherche (source : CHANAL et al. (2015) adapté par les auteurs)

4. CO-CONSTRUCTION DE LA PROBLEMATIQUE AVEC LES ACTEURS DU TERRAIN

Une évaluation du processus de planification et de prise de décision en matière d’investissement dans les capacités portuaires a été menée par un questionnaire administré à un échantillon de 20 managers portuaires marocains sélectionnés suivant une méthode raisonnée (ROYER et ZARLOWSKI, 2014) et ce, tenant compte de la nature de l’organisation d’appartenance, la vocation du port, la filière du manager et la répartition géographique. Cette évaluation a été menée suivant les trois critères définis par CHANAL *et al.* (2015) : degré d’importance du processus organisationnel, sa complexité et le degré de sa structuration. Les résultats de l’évaluation sont donnés par le tableau 1 ci-dessous :

	Processus organisationnel stratégique		Processus complexe		Processus mal structuré		Besoin d’un outil de planification des capacités	
	Nombre	Taux	Nombre	Taux	Nombre	Taux	Nombre	Taux
[1] : Tout à fait en désaccord	0	0%	0	0%	1	5%	0	0%
[2] : En désaccord	0	0%	0	0%	1	5%	0	0%
[3] : Plus ou moins d’accord	0	0%	2	10%	10	50%	3	15%
[4] : D’accord	6	30%	8	40%	6	30%	10	50%

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

[5] : Tout à fait d'accord	14	70%	10	50%	1	5%	7	35%
Sans réponse	0	0	0	0	1	5%	0	0%

Tableau 1: Résultats de l'évaluation de la problématique managerielle par les managers portuaires (Source : les auteurs).

Ainsi, les managers portuaires considèrent en général que la planification des capacités portuaires est un processus organisationnel stratégique du fait de son impact sur la performance globale du port. Ils considèrent également que ce processus est complexe du fait qu'il est multicritères, multi-intervenants et nécessite la mobilisation de plusieurs concepts ou compétences. Enfin, ils considèrent que ce processus est insuffisamment structuré du fait de l'absence d'un outil de gestion complet et structuré. Par ailleurs, la majorité des managers ont formulé leur besoin d'un outil de planification de la capacité des ports et d'aide à la décision en matière d'investissement dans de nouvelles capacités.

5. REVUE DE LITTERATURE

La revue de littérature a permis de répertorier les démarches de planification stratégique des capacités portuaires suivant deux approches : une approche déterministe et classique qui ne prend en considération que les contraintes intrinsèques au port et une approche qui tient compte des contraintes exogènes. Cette classification est représentée par la figure 2.

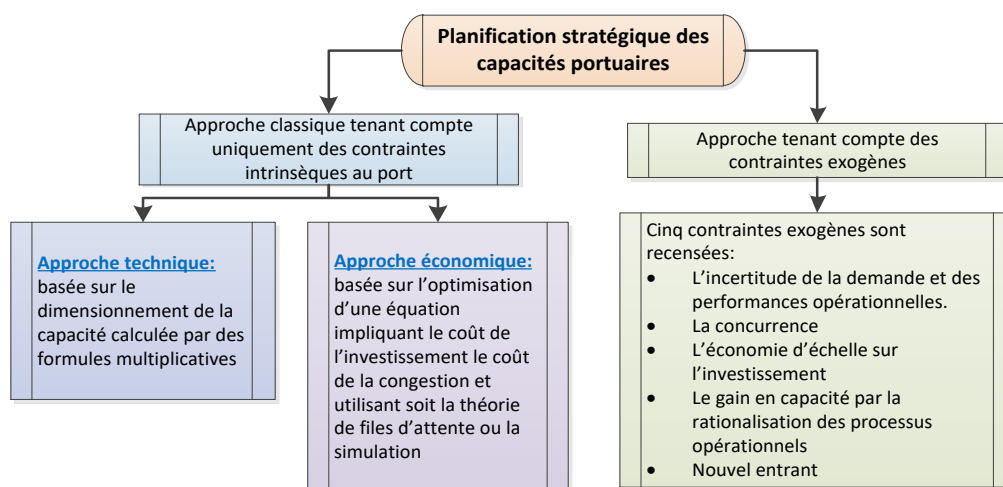


Figure 2: Classification des travaux de recherches antérieures (Source : les auteurs)

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

1.1. Approche classique et déterministe

Deux types d'approches déterministes sont étudiés par les chercheurs : une approche technique et une approche économique.

Approche technique

Cette approche est basée sur l'utilisation de formules techniques multiplicatives de certaines caractéristiques liées aux infrastructures, aux équipements et à l'organisation du travail pour déterminer la capacité du port. Ces formules mobilisent uniquement les caractéristiques intrinsèques des opérations au niveau du quai. CHANG *et al.* (2012), LAING et HECKER (1989), JANSSON et SHNEERSON (1982), PARK *et al.* (2014) ont tous présenté des formules multiplicatives différentes de dimensionnement de la capacité d'un port.

Approche économique :

Cette approche de planification des investissements portuaires est fondée sur la minimisation d'une équation de coût qui représente le coût global constitué de la somme du coût de l'investissement supporté par l'Etat et le coût de l'attente des navires supporté par les usagers du port. Les durées des attentes des navires sont déterminées soit par application des modèles de la théorie des files d'attente (LAYAA et DULLAERT, 2014 ; SAEED et LARSEN, 2016) soit en utilisant la simulation des opérations du port (FAN et CAO, 2000 ; DEKKER et VERHEGHE, 2008). Toutefois, EDMOND et MAGGS (1978) et CHANG *et al.* (2012) estiment que la simulation nécessite des efforts considérables qui dépasse le gain que cette technique peut procurer et ce, étant donné qu'elle compliquée, longue et à coût élevé.

1.2. Approches tenant compte des contraintes exogènes

La revue de littérature montre que certains chercheurs intègrent au processus de planification stratégique des capacités portuaires certaines contraintes exogènes au port. Ces contraintes sont : l'incertitude de la demande et de la performance, la concurrence, l'économie d'échelle qui peut être réalisée sur les investissements, le gain en capacité en adoptant des processus efficaces sans investissement et enfin, le risque du nouvel entrant. Toutefois, ces contraintes sont étudiées d'une manière dispersée et ne sont pas toutes prises en compte d'une manière exhaustive par aucun des chercheurs.

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

Approche tenant compte de l'incertitude

Plusieurs recherches dans le domaine de la planification des investissements portuaires tiennent compte de l'incertitude de la demande. FRANKEL (1989) considère que le transport maritime et les ports sont affectés de plus en plus par de larges incertitudes. MEERSMAN (2005) considère que l'incertitude combinée avec l'irréversibilité des investissements caractérisent la prise de décision d'investissement dans l'infrastructure portuaire. Par ailleurs, TANEJA *et al.* (2010, 1) précisent que la planification dans les ports commence par l'élaboration des prévisions du trafic caractérisé par l'incertitude. Aussi, LAGOUDIS *et al.* (2014) proposent une méthodologie de prise de décision d'investissement dans les infrastructures portuaires tenant compte des incertitudes, composé de deux processus : la mesure de la capacité portuaire développée par LAGOUDIS *et al.*, et l'évaluation des différentes stratégies d'investissement développée par NEUFVILLE et SCHOLTES.

Approche tenant compte de la concurrence

HARALAMBIDES (2002) a développé des situations liées aux choix économiques des prix par un port en lien avec la concurrence, la surcapacité et le besoin de récupérer le capital investi dans l'infrastructure. MUSSO *et al.* (2006) suggèrent, qu'en cas de duopole, l'équilibre de Stackelberg peut être considéré dans le cas de deux opérateurs portuaires qui ont besoin de décider du capital à investir. Ensuite, FAN *et al.* (2012) présentent l'impact de la congestion sur la concurrence inter-ports et l'influence du changement de la capacité. Par ailleurs, CHEN et LIU (2016) constatent que si des ports procèdent concurremment à des extensions, la concurrence deviendra sévère et ne sera pas bénéfique ni pour l'un ni pour l'autre.

Approche tenant compte de la contrainte du nouvel entrant

Certains chercheurs ont tenu compte du risque du nouvel entrant dans le processus de planification des capacités portuaires. HARALAMBIDES (2002) confirme que l'excès de capacité constitue une barrière d'entrée aux potentiels nouveaux entrants. Aussi, MUSSO *et al.* (2006) soulignent que les opérateurs portuaires tendent d'abord à éliminer toute possibilité d'introduction d'un nouvel entrant avant d'investir et que ces opérateurs ont la conviction que la surcapacité est nécessaire pour éviter tout nouvel entrant. Ensuite, LUO *et*

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

al. (2012) constatent que si le nouvel entrant possède un avantage compétitif tel qu'une structure de coût bas ou une meilleure position géographique, ni la stratégie préemptive de prix ni les surcapacités adoptées par l'opérateur monopole ne peuvent freiner sa croissance.

Approche tenant compte de l'économie d'échelle sur investissement

Certains chercheurs, notamment DEKKER (2005), KORT *et al.* (2010), et SANDERS *et al.* (2011) ont pris en considération le compromis d'économie d'échelle liée à la taille d'un investissement et les flexibilités inhérentes à un investissement étalé dans le temps. DEKKER *et al.* (2011) considèrent que les économies d'échelle potentielles dans le coût d'investissement tendent à accroître la durée entre les extensions et la taille de l'extension.

Approche tenant compte de l'efficience des ressources existantes

LANG et VEENSTRA (2009) et LOW (2010) confirment que le coût capitalistique portuaire élevé et la puissance de négociation des armateurs mettent les ports sous pression pour optimiser l'exploitation des capacités disponibles. Aussi, PAIXAO et MARLOW (2003) précisent que l'enjeu du port Lean consiste à traiter la marchandise rapidement et avec fluidité et délivrer un service conforme à la demande du marché tout en éliminant les gaspillages le long des processus. Ils confirment que dans un port Lean, toute forme de goulot est facilement identifiable grâce à la value stream mapping. Ensuite, GAUR *et al.* (2011) expliquent que le théorème de l'économie générale démontre que l'installation de capacité supplémentaire dans un système inefficace peut accroître l'inefficacité. Ils estiment, d'après une analyse des performances des ports indiens, que le gap de trafic entre la capacité effective et la capacité absolue est de 30 à 40%.

6. CONSTRUCTION DU MODELE DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES CAPACITES PORTUAIRES

L'exploration théorique a permis d'identifier cinq préalables au développement des capacités portuaires. Toutefois, aucun des chercheurs antérieurs n'a pris en compte les cinq contraintes simultanément. Il s'agit là d'un gap de littérature qui représente une opportunité pour la présente recherche qui propose un modèle de planification stratégique inclusif. Ainsi, à la

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

lumière des conclusions de l'exploration théorique, le modèle présenté par la figure 3 est proposé pour orienter la planification stratégique des capacités portuaires.

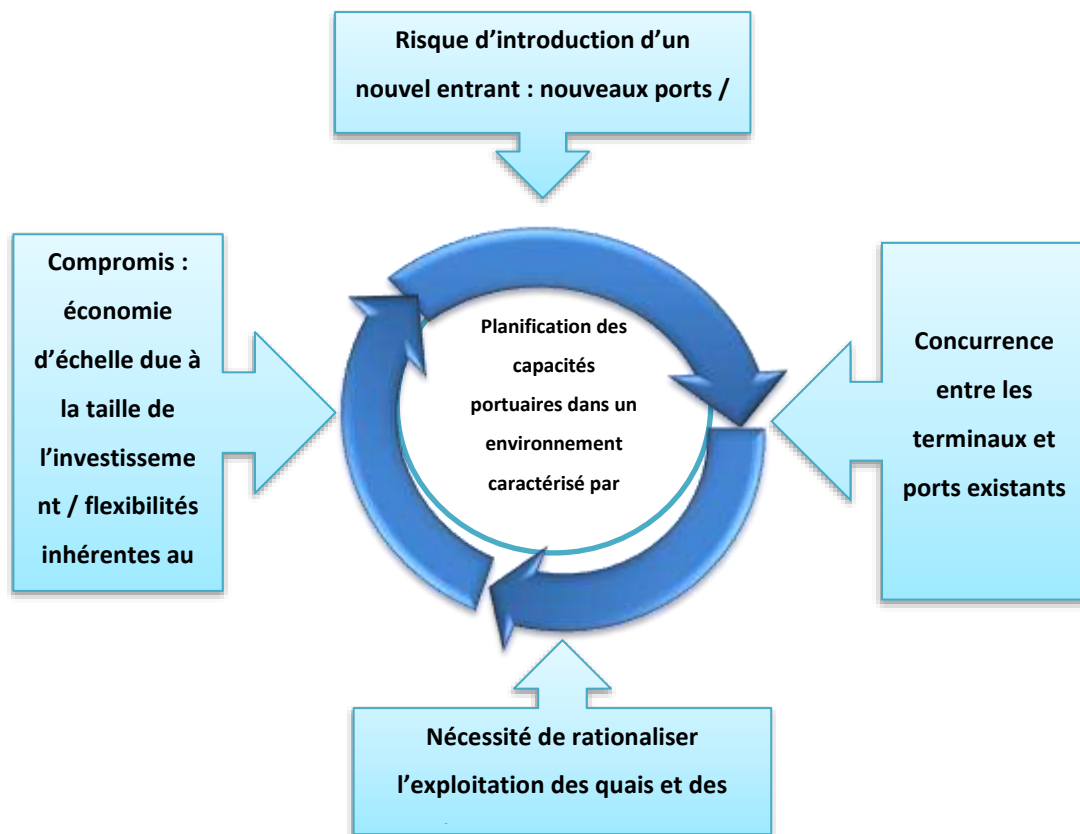


Figure 3: Les cinq impératifs de la planification stratégique des capacités portuaires (Source : développé par les auteurs)

Le modèle proposé est fondé sur les cinq impératifs identifiés :

L'incertitude

Les managers portuaires planifient dans l'incertitude les capacités portuaires. En effet, les prévisions futures de la demande sont incertaines (FRANKEL, 1989). La décision d'investir dans de nouvelles capacités est ainsi prise au vu d'un jugement managerielle sur la base d'une situation de prévisions probabilistes (LAGOUDIS et al., 2014). L'incertitude ne caractérise pas uniquement la demande, elle caractérise également la performance intrinsèque des terminaux portuaires (TANEJA et al., 2010, 2). En effet, les séjours des navires dans le port

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

sont incertains à cause de facteurs difficilement maîtrisables tels que les conditions météorologiques.

Concurrence entre les terminaux portuaires :

La décision d'investir dans de nouvelles capacités portuaires est prise dans un environnement caractérisé par la concurrence entre les terminaux et les ports existants (HARALAMBIDES, 2002 ; FAN *et al.*, 2012). Le manager portuaire se trouve ainsi dans un dilemme. Si la décision d'extension des capacités est prise, ceci peut impliquer une augmentation des coûts, due à la nécessité de récupérer le capital investi, ce qui pourrait engendrer une perte de compétitivité vis-à-vis des terminaux concurrents. Si, par contre, la décision de ne pas investir dans de nouvelles capacités est prise, ceci peut engendrer une congestion qui pourrait orienter les navires vers les ports concurrents.

Risque d'introduction d'un nouvel entrant :

L'opérateur portuaire qui agit dans un environnement incertain est soumis au risque permanent d'aménagement de nouveaux terminaux ou de ports dans le même hinterland (HARALAMBIDES, 2002 ; LUO *et al.*, 2012). La décision de création de nouveaux terminaux ou de ports est prise par les autorités portuaires qui contrôlent en permanence l'offre portuaire et sa capacité à traiter le trafic maritime à un niveau de qualité de service acceptable. Si, le coût de la congestion dépasse le coût de l'investissement dans une nouvelle infrastructure portuaire, l'autorité portuaire sera appelée à aménager un nouveau terminal portuaire et introduire par la suite un nouvel opérateur. Il s'agit là, vis-à-vis de l'opérateur, du risque du nouvel entrant susceptible de capturer une partie du trafic existant et future.

Nécessité de rationaliser l'exploitation du terminal :

DEKKER (2005) a expliqué que l'amélioration de la capacité peut être abordés suivants deux types de mesures : des mesures structurelles comprenant les extensions d'infrastructures et des mesures non structurelles permettant l'amélioration de l'exploitation des infrastructures existantes. Ainsi, avant de se lancer dans tout investissement dans de nouvelles capacités, le manager portuaire doit d'abord s'assurer qu'il utilise les moyens déjà existant à leur pleine capacité (GAUR *et al.*, 2011). Ceci, d'autant plus que l'optimisation de l'exploitation des

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

moyens existants moyennant le lissage des processus opérationnels, la rapidité, l'élimination des arrêts de travail et des pertes de cadences peut à elle seule dégager une marge de capacité suffisante sans investir dans de nouvelles infrastructures (PAIK et BAGCHI, 2000).

Economie d'échelle due à la taille de l'investissement :

Le manager portuaire est appelé à décider, dans un environnement incertain, sur la taille de cette nouvelle capacité ainsi que le timing de sa concrétisation. Il se trouve ainsi dans une situation de compromis (KORT et al., 2010). Faut-il limiter l'investissement à la capacité nécessaire à court terme ou faut-il investir d'un seul coup dans la capacité nécessaire à long terme afin de profiter des économies d'échelle que peut procurer ce choix (SANDERS *et al.*, 2007). Le premier choix présente l'avantage des flexibilités inhérentes au projet qui se manifestent par le droit d'annuler, de reporter ou de modifier l'investissement ultérieurement en fonction de l'évolution future de la demande et éventuellement des changements technologiques qui peuvent apparaître. En contrepartie ce choix présente l'inconvénient du coût d'investissement unitaire élevé.

Le modèle de planification stratégique de la capacité portuaire élaboré dans le cadre de cette recherche présente une analogie pertinente par rapport au modèle des cinq forces de PORTER (2008). Cette analogie est présentée par la figure 4.

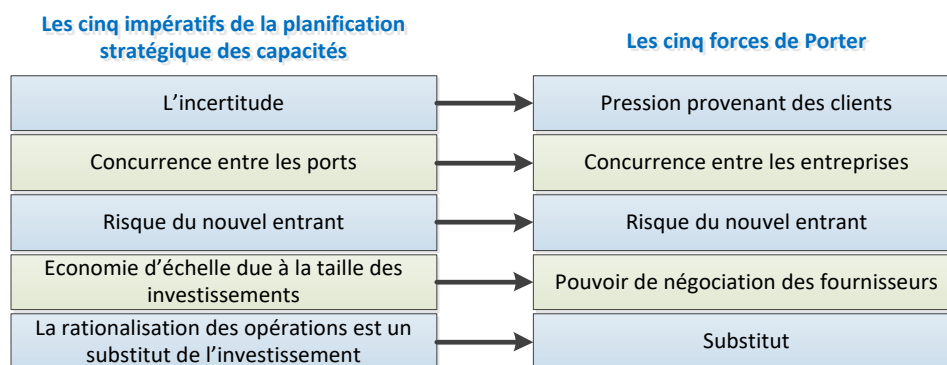


Figure 4: Analogie entre les cinq impératifs et les cinq forces de Porter (Source : les auteurs)

7. PROCESSUS DE MISE EN ŒUVRE

Le processus de planification stratégique proposé est composé, au vu des recommandations de PAIXAO et MARLOW (2003), de deux parties : Lean et Agilité. Il est fondé sur la base du

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

modèle des cinq impératifs. La partie Lean comprend l'amélioration continue et la rationalisation des processus et la partie agilité comprend l'élaboration des prévisions du trafic, la régulation de la capacité du port et l'évaluation de l'investissement.

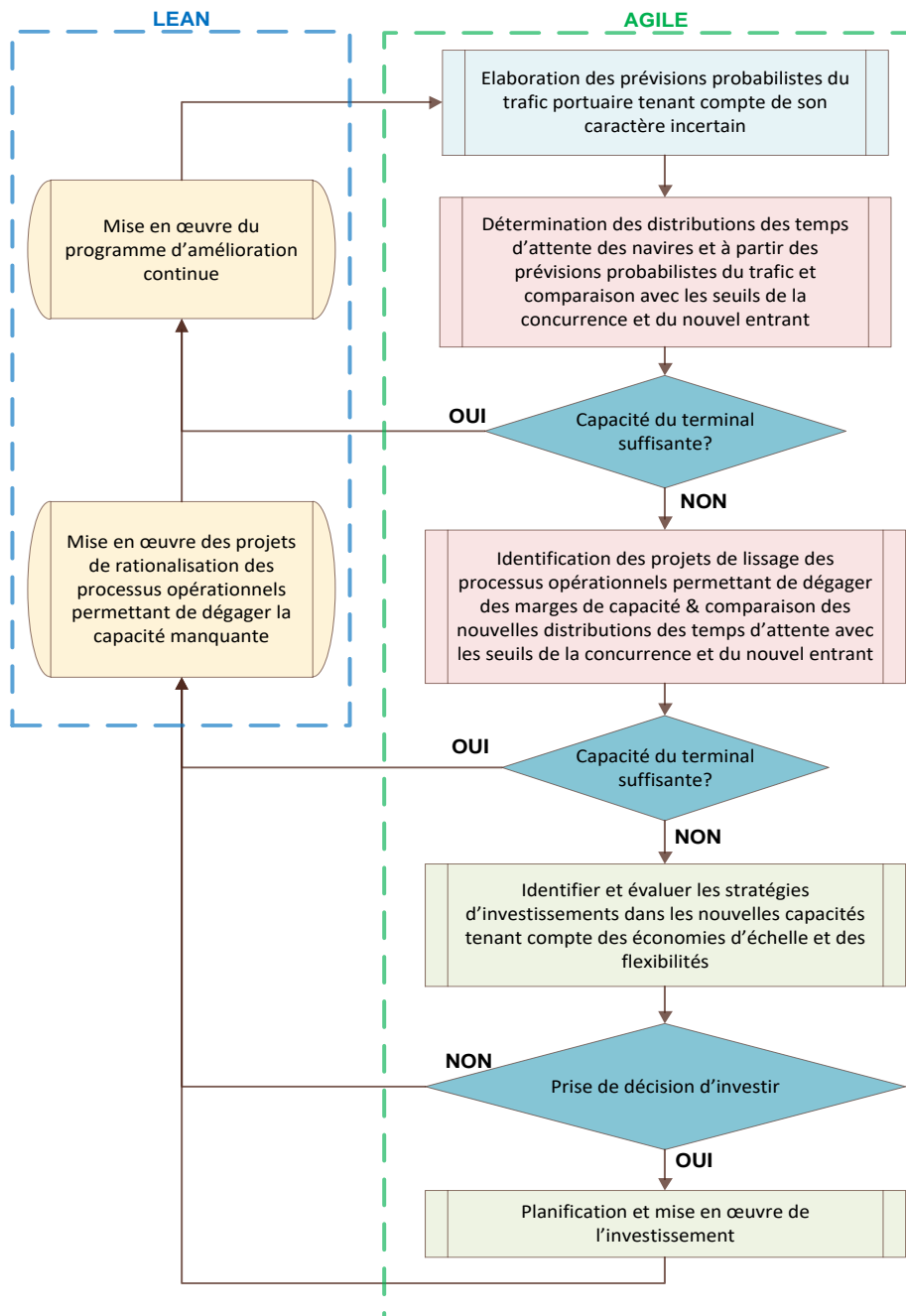


Figure 5: Processus de planification stratégique des capacités portuaires (Source : auteurs)

La première étape consiste à élaborer les prévisions probabilistes triennales du trafic du port tenant compte de l'incertitude. Ces prévisions sont élaborées sous forme d'intervalles et des

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

valeurs les plus probables. Elles peuvent être élaborées suivant trois méthodes distinctes : les prévisions statistiques basées sur les données chronologiques historiques, les prévisions jugementielles basées sur les données proposées par des experts organisés en panels itératifs suivant la méthode Delphi, les prévisions collaboratives basées sur les données collectées auprès des usagers du port. Les prévisions retenues sont la combinaison des prévisions issues de ces trois méthodes suivant le modèle développé par OUBAHA et al. (2020). La deuxième étape consiste à confronter la capacité du port avec la demande du trafic afin de s'assurer que le port a suffisamment de capacité pour traiter le trafic futur dans la limite d'une durée d'attente des navires acceptable aussi bien par les usagers que par l'autorité portuaire. Ainsi, si les durées des attentes restent au-dessous du seuil de la concurrence, représenté par la durée d'attente maximale à partir de laquelle les usagers préfèrent orienter leurs navires vers des ports concurrents, et si les durées d'attentes des navires restent au-dessous du seuil du nouvel entrant, à partir duquel l'autorité portuaire décidera de lancer un projet d'aménagement d'un nouveau port et l'introduction du nouvel entrant, l'opérateur pourra considérer que la capacité de son port est suffisante et pourra ainsi se contenter de l'adoption d'une démarche d'amélioration continue de ses processus opérationnels en utilisant les outils du Lean. Par contre, si les durées d'attente des navires dépassent le seuil de la concurrence ou du nouvel entrant, l'opérateur portuaire sera appelé à s'assurer que le lissage de ses processus opérationnels permettra de dégager suffisamment de marges de capacités pour limiter les attentes des navires. Auquel cas, il pourra procéder au lissage des opérations sans lancer d'investissement dans de nouvelles capacités. Ce lissage est mis en œuvre à partir de l'élaboration de la value stream mapping du processus opérationnel, la mesure des gaps de performance et la mise en œuvre d'un plan d'amélioration permettant de lisser les étapes du processus opérationnel. Par contre, s'il s'avère que ce lissage ne pourra pas combler le gap de capacité, l'opérateur sera contraint de prévoir un investissement dans de nouvelles capacités. Auquel cas, il sera appelé à identifier les stratégies d'investissements et procéder à leur évaluation financière tenant compte du compromis entre les économies d'échelle due à la taille de l'investissement et les flexibilités inhérentes à un investissement étalé dans le temps. Le processus d'évaluation financière inspiré de la démarche de Neufville et Scholtes peut être

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

appliqué en produisant les spectres de probabilité des Valeurs Actuelles Nettes par option d'investissement et de leurs graphiques superposés des probabilités cumulées. L'analyse des spectres des courbes des probabilités cumulés permet d'identifier l'option la plus avantageuse.

8. RESULTATS DE MISE EN ŒUVRE AU PORT DE JORF LASFAR

Après la phase de construction, l'instrumentalisation des modèles a été concrétisée par les acteurs de la Société d'Exploitation des Ports au port de Jorf Lasfar moyennant la traduction du processus de mise en œuvre du modèle en six procédures adaptées à la structure organisationnelles de l'opérateur portuaire. Le choix du port de Jorf-Lasfar a été dicté par la facilité d'accès à ce terrain et sa représentativité par rapport aux autres ports. Trois procédures ont permis de mettre en œuvre la partie Lean : l'amélioration continue, le lissage des processus des marchandises et le lissage des processus des navires. Trois autres procédures ont permis de mettre en œuvre la partie d'agilité : il s'agit de l'élaboration des prévisions triennales du trafic portuaire, la régulation de la capacité du port et une dernière procédure relative à l'évaluation des investissements dans les capacités portuaires.

En termes de résultats, la mise en œuvre de la partie Lean durant 15 mois a permis d'améliorer les TRS des grues affectées aux navires des engrais et de ferraille respectivement de 33% et 32% grâce au programme de lissage des processus opérationnels. Aussi, la mise en œuvre du programme d'amélioration continue a permis d'éliminer 32 dysfonctionnements et la rédaction et l'application de 23 standards opérationnels. La mise en œuvre de la partie Agile du modèle a duré 27 jours ouvrables et a permis d'établir les prévisions probabilistes du trafic des trois années ultérieures en utilisant la simulation de Monte Carlo (figure 6).

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

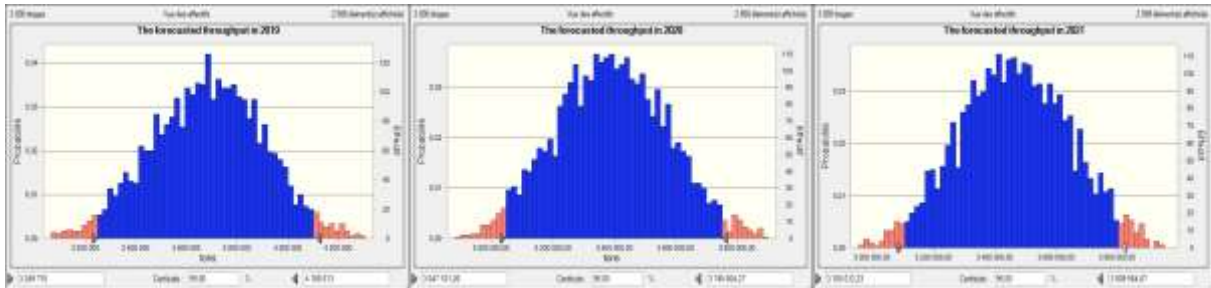


Figure 6: Les prévisions probabilistes du trafic au port de Jorf-Lasfar en 2019, 2020 et 2021 (Source : les auteurs)

Ensuite, l'utilisation des formules de la théorie des files d'attente a permis de calculer les temps d'attente des navires à partir des prévisions du trafic. L'établissement de la distribution des durées d'attente sur les trois ans en utilisant la simulation Monte Carlo, figure 7, a permis de constater qu'environ 25% des navires dépasseront en 2021 le seuil d'attente de la concurrence et du nouvel entrant fixé au port de Jorf Lasfar à un jour.

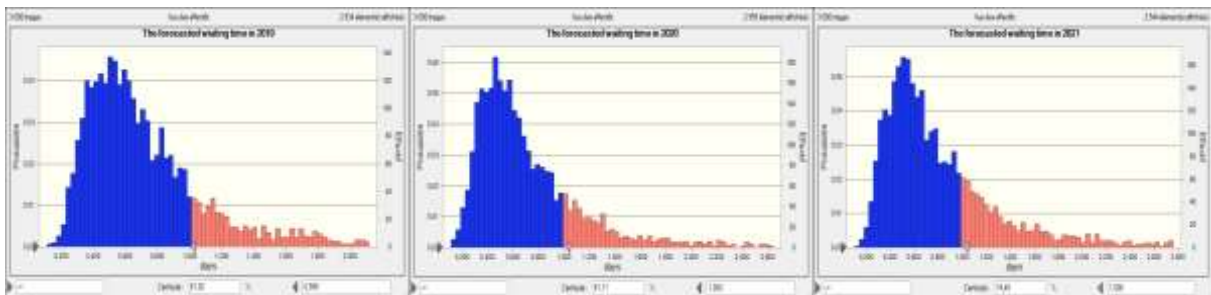


Figure 7: Prévisions probabilistes des temps d'attente des navires en 2019, 2020 et 2021 (Source : les auteurs)

Les managers du port de Jorf-Lasfar ont ainsi jugé qu'il est nécessaire d'améliorer la capacité des terminaux du port afin de réduire le risque de départ des navires vers des ports concurrents ou la prise de décision par l'autorité portuaire de réaliser une extension du port et l'introduction d'un nouvel entrant. La simulation a montré que l'amélioration des productivités des trafics des engrais, aliments de bétail et de la ferraille de 15%, permet de limiter la probabilité de dépasser le seuil de la concurrence et du nouvel entrant à 7% durant la période 2019 – 2021 (figure 8) au lieu d'une probabilité d'attente variant de 20 à 25%.

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

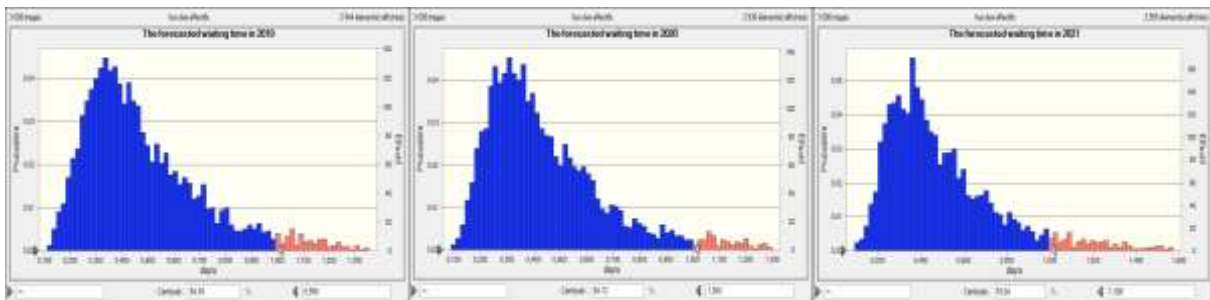


Figure 8: Prévisions probabilistes des temps d'attente des navires après l'amélioration de la productivité (Source : les auteurs)

Cette amélioration a été ainsi jugée suffisante par les managers du port de Jorf-Lasfar qui ont décidé de se contenter, en conséquence, de lisser les processus opérationnels et surseoir à tout investissement dans de nouvelles capacités durant trois ans.

Afin de mettre à l'épreuve la partie du modèle relative à l'évaluation financière, le dernier investissement relatif à l'acquisition de deux grues portuaires pour un montant de 80 MDH en 2017 a été réévalué. La génération des courbes des probabilités cumulatives, représentées par la figure 9, montre que l'option qui consiste à investir dans une grue en 2017 et reporter l'acquisition de la deuxième grue jusqu'en 2020 étant donné que le besoin de cette deuxième grue n'aura lieu qu'en 2021, est meilleure que l'option qui consiste à investir dans les deux grues simultanément dès 2017 et ce, malgré que les Valeurs Actuelles Nettes moyennes des deux options soient équivalentes.

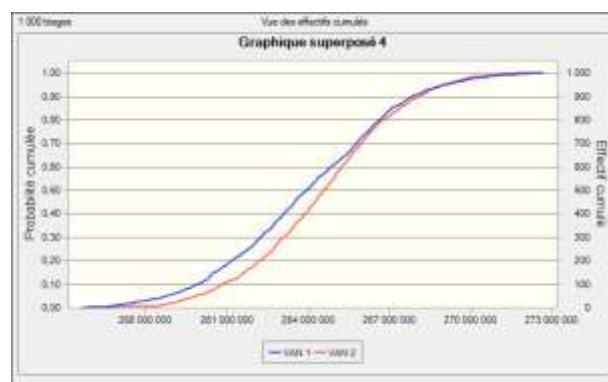


Figure 9: Les courbes des probabilités cumulatives des valeurs actuelles nettes des deux options (Source : les auteurs)

9. APPORTS DE LA RECHERCHE

La mise en œuvre du modèle a permis de conclure plusieurs enseignements :

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

Clés de succès :

Cinq **clés de succès** de l'implémentation du modèle ont été identifiées : l'adhésion des managers de l'opérateur portuaire dès la phase de traduction du modèle en procédures organisationnels, la mise en cohérence du modèle avec les outils de gestion qui sont déjà implémentés notamment le processus de préparation du budget d'investissement, l'intégration de l'excellence des opérations dans la stratégie de l'opérateur portuaire, collaboration des usagers du port par l'adhésion à l'amélioration de la performance des opérations et la communication fiable de leurs prévisions de trafic et enfin, la faisabilité de mise en œuvre des procédures issues du modèle dans les délais exigés par l'opérateur.

Leviers de facilitation

Trois **leviers de facilitation** de la mise en œuvre du modèle ont été identifiés : l'utilisation de logiciels permettant de faciliter l'élaboration des prévisions statistiques du trafic et le calcul des différentes distributions probabilistes, évolutivité des procédures de mise en œuvre et leur intégration de guides pour les praticiens et enfin, le recours à des panélistes externes en cas d'insuffisance du nombre des panélistes internes dans le cadre de l'élaboration des prévisions jugementielles suivant la méthode Delphi.

Critères d'acceptabilité

Dans la même alignée, trois **critères d'acceptabilité** et d'appropriation du modèle par les managers et salariés de l'opérateur portuaire ont été identifiés : montrer aux salariés que le contrôle des comportements et la réduction des effectifs ne constituent pas un objectif de l'implémentation de la partie Lean, la simplicité aussi bien des procédures issues du modèle que des analyses et des interprétations des résultats. Enfin, la concrétisation des améliorations issues de la partie Lean rend le modèle crédible aux yeux des salariés.

10. LIMITES DE LA RECHERCHE ET PERSPECTIVES FUTURES

L'exploration théorique des prévisions statistiques a montré qu'il n'y a ni préférence ni dominance d'un modèle statistique et que le degré de fiabilité d'un modèle par rapport à l'autre dépend du contexte du cas étudié. Le modèle SARIMA a été choisi durant la phase de

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

mise en œuvre pour une raison de disponibilité sans toutefois qu'il soit précédé par une évaluation des modèles statistiques possibles. Les recherches futures peuvent s'intéresser à l'identification des critères de choix du modèle statistique. Par ailleurs, pour des raisons de disponibilité, six panelistes ont été désignés dans le cadre de l'élaboration des prévisions jugementielles alors que le nombre recommandé est situé entre 8 et 10 (VERNETTE E., 1994). Les futures recherches peuvent s'intéresser à identifier l'effet du nombre des panélistes sur la qualité des prévisions jugementielles. Enfin, les futures recherches peuvent s'intéresser au transfert du modèle vers d'autres infrastructures ayant un caractère de service public et qui évoluent dans un environnement incertain.

CONCLUSION

La mise en œuvre du modèle des cinq impératifs de la planification des capacités portuaires au port de Jorf Lasfar moyennant des procédures organisationnelles adaptés à la structure de l'opérateur a permis de conclure son adéquation sur le terrain. La validité de ce modèle qui représente une connaissance procédurale est défendue aux vues de l'ensemble des critères prévus dans le cadre d'une recherche ingénierique tels qu'ils sont évoqués par ALLARD-POESI et PERRET (2014) et CHANAL (2015). Il s'agit notamment de son caractère actionnable et reproductible ainsi que le fait qu'il articule et enrichit les connaissances existantes et appropriées aux praticiens.

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

LISTE DES REFERENCES

- ALLARD-POESI F. et PERRET V. (2014), "Méthodes de recherche en management", 4ème éd., Paris, DUNOD, pp. 14-46.
- CHANAL V., LESCA H. et MARTINET A-C. (2015), "Vers une ingénierie de la recherche en sciences de gestion", *Revue Française de Gestion*, 8(253) : 213-229.
- CHANG Y-T., TONGZON J., LUO M. et LEE P. T-W. (2012), "Estimation of optimal handling capacity of a container port : an economic approach", *Transport reviews*, 32(2) : 241– 258.
- CHEN H-C. et LIU S-M. (2016), "Should ports expand their facilities under congestion and uncertainty?", *Transportation Research Part B: Methodological*, 85: 109-131.
- DEKKER S. (2005), "Port investment towards an integrated planning of port capacity ", *Trail thesis series*, T2005/5.
- DEKKER S. et VERHEGHE R. J. (2008), "Development of a Strategy for Port Expansion: An Optimal Control Approach", *Maritime Economics 1 Logistics*, 10 (3): 258-274.
- DEKKER S., VERTAEGE R. et WIEGMANS B. (2011), "Economically-efficient port expansion strategies: An optimal control approach", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47 (2): 204-2015.
- EDMOND E.D. et MAGGS R.P. (1978), "How useful are queue models in port investment decisions for container berths?", *Journal of the Operational Research Society*, 29(8):741-750
- FAN H. S. L. et CAO J-M (2000), "Sea space capacity and operation strategy analysis system", *Transportation Planning and Technology*, 24 (1): 49-63.
- FAN L., WILSON W. et DAHI B. (2012), "Congestion, port expansion and spatial competition for US container imports", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48 (6): 1121-1136.
- FRANKEL E. G. (1989), "Strategic planning applied to shipping and ports ", *Maritime Policy & Management*, 16 (2): 123-132.
- GAUR P., PUNDIR S. et SHARMA T. (2011), "Ports face inadequate capacity, efficiency and competitiveness in a developing country: case of India", *Maritime Policy & Management, the flagship journal of international shipping and port research*, 38 (3): 293-314.
- HARALAMBIDES H. E. (2002), "Competition, Excess Capacity, and the Pricing of Port Infrastructure", *International journal of maritime economics*, 4 (4): 323-347.
- JANSSON et SHNEERSON (1982), "Port Economics ", *The Massachusetts Institute of Technology, MIT press series in Transportation Studies: 8, The United States Of America.*
- KORT P.M., MURTO P. et PAWLINA G. (2010), "Uncertainty and stepwise investment", *European Journal of Operational Research*, 202: 196 – 203.
- LAGOUDIS I. N., RICE J. B. et SALMINEN J. (2014), "Port Investment Strategies under Uncertainty: The Case of a Southeast Asian Multipurpose Port", *The Asian journal of shipping and logistics*, 30(3):299-319.

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES

- LAING E. T. et HECKER G. (1989), "A note on optimal waiting-to-service-time ratios in large ports", *Maritime Policy management*, 16 (1): 83 – 86.
- LANG N. et VEENSTRA A. (2009), "A quantitative analysis of container vessel arrival planning strategies ", *OR Spectrum*, 32: 477 – 499.
- LAYAA J. et DULLAERT W. (2014), "Measuring and analysing terminal capacity in East Africa: The case of the seaport of Dar es Salaam", *Maritime Economics&Logistics*, 16(2):141-164.
- LOW J. M. (2010), "Capacity investment and efficiency cost estimations in major East Asian ports". *Maritime Economics & Logistics*, 12 (4): 370-391.
- LUO M., LIU L. et GAO F. (2012), "Post-entry container port capacity expansion", *Transportation Research Part B : Methodological*, 46 (1) : 120-138.
- MEERSMAN H. M. A. (2005), "Port investments in an uncertain Environment", *Research in Transportation Economics*, 13: 279-298.
- MUSSO E., FERRARI C. et BENACCHIO M. (2006), "Port Investment: Profitability, Economic Impact and Financing", *Research in Transportation Economics*, 16: 171-218.
- OUBAHA H., HOUSSAINI A. et BALAMBO M.A. (2020), "Crafting and Implementing an Integrated Port Throughput Forecasting Model", *International Journal of Economics, Commerce and Management*, 8(3): 252-277.
- PAIK S-K. et BAGCHI P. K. (2000), "Process Reengineering in Port Operations: A Case Study", *The international Journal of Logistics Management*, 11 (2): 59-72.
- PAIXAO A. C. et MARLOW P. B. (2003), "Fourth generation ports – a question of agility?", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33 (4): 355 - 376.
- PARK N-K., YOON D-G. et PARK S-K. (2014), "Port Capacity Evaluation Formula for General Cargo", *The Asian journal of shipping and logistics*, 30 (2): 175-192.
- PORTER M. E. (2008), "The five forces that shape strategy", *Harvard Business Review*: 24:43.
- ROYER I. et ZARLOWSKI P. (2014), " Méthodes de recherche en management", 4ème éd., Paris, DUNOD : 219-260.
- SAEED N. et LARSEN O. (2016), "Application of queuing methodology to analyse congestion: A case study of the Manila International Container Terminal, Philippines", *Case Studies on Transport Policy*, 4 (2): 143-149.
- SANDERS F.M., VERHAEGHE R.J. et DEKKER S. (2007), "Investment dynamics for a congested transport network with competition: application to port planning", *The Proceedings of the 23th International Conference of The System Dynamics Society*, 17-21.
- TANEJA P., LIGTERINGEN H. et SCHUYENBURG M.V. (2010), "Dealing with uncertainly in design of port infrastructure systems", *J. Design Research*, 8 (2): 101-118.

**ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE INCLUSIF DE PLANIFICATION
STRATEGIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS LES CAPACITES PORTUAIRES**

- TANEJA P., WALKER W.E., LIGTERINGEN H., SCHUYLENBURG M.V. et PLAS R.V. (2010), "Implications of an uncertain future for port planning", *Maritime policy management*, 37 (3): 221-245.
- VERNETTE E. (1994), "La méthode Delphi : une aide à la prévision marketing", *Decision marketing* N° 1.