

**Université Lumière Lyon 2**

**Ecole doctorale : Sciences économiques et Gestion**

*Laboratoire d'Economie des Transports (LET - UMR 5593)*

**Le transport fluvio-maritime, quelle  
pertinence socio-économique pour le  
bassin Rhône-Saône ?**

par Charles LOPEZ

Thèse de doctorat de Sciences économiques

*mention : économie des transports*

sous la direction d'Yves CROZET

présentée et soutenue publiquement le 17 mars 2008

Composition du jury :

Jean-Claude LASSERRE, professeur émérite

Yves CROZET, professeur à l'université Lyon 2

Jacques CHARLIER, professeur à l'Université Catholique de Louvain-La-Neuve

Enrico MUSSO, professeur à l'Università degli Studi di Genova

Nicolas BRUTIN, responsable de la Division de la Prospective des Études et des Statistiques,  
Voies Navigables de France (Béthune)

Jean-Bernard KOVARIK, sous-directeur des Transports Maritimes et Fluviaux, Direction  
Générale de la Mer et des Transports, Ministère de l'Écologie du Développement et de  
l'Aménagement durables (Paris)

## Contrat de diffusion

Ce document est diffusé sous le contrat *Creative Commons* « [Paternité - pas d'utilisation commerciale - pas de modification](#) » : vous êtes libre de le reproduire, le distribuer et le communiquer au public à condition de mentionner le nom de son auteur et de ne pas le modifier, le transformer, l'adapter ou l'utiliser à des fins commerciales.

## Remerciements.

Traditionnellement, la première page de tout rapport est réservée aux remerciements. Les traditions et les habitudes sont tenaces.

Les remerciements sont l'occasion de regarder en arrière et constater le parcours accompli depuis le démarrage de la thèse. Ce travail est le fruit d'un partenariat entre Voies Navigables de France – direction Interrégionale de Lyon – et le Laboratoire d'Économie des Transports (Lyon) dans le cadre d'un dispositif CIFRE.

Je remercie les membres du jury qui ont évalué ce travail de recherche pour leur disponibilité et leurs observations qui ont enrichi cette étude.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude et mes remerciements à M. Crozet, mon Directeur de thèse pour son aide précieuse et ses conseils avisés.

Je remercie VNF et tous les personnels pour leur accueil chaleureux et leur disponibilité pendant les trois années passées auprès d'eux. Je remercie Nicolas Brutin, Rachid Bioud, l'ADVE, la cellule EDT dont Sophie, le service AEE pour leur précieuse collaboration, leur patience, leur compétence et le temps qu'ils ont su m'accorder.

Je remercie également l'ensemble des personnes rencontrées au cours de ces années ; les agents fluvio-maritime et les acteurs portuaires de Rhône-Saône pour leur passion des métiers fluviaux et maritimes et leur aide sans laquelle les outils présentés dans ce travail n'auraient pu être développés : Mesdames Pulcherie et Chomont, Messieurs Petit, Ponchon, Duval, Nativelle, Paillard, Roumeas, Coulaud, Rambaud, Theuninck, Blanchin, Lomuto, Voyatzis et Doernte. Leur disponibilité m'a été utile pour comprendre et dénouer la problématique des transports sur l'axe Rhône-Saône.

Mes remerciements s'adressent aussi à tous les membres du LET pour leurs conseils et leurs encouragements.

D'une façon générale, je remercie toutes les personnes qui m'ont apporté leur soutien et ainsi contribué de près ou de loin à ce travail de recherche.

# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	6
-------------------	---

---

<b>CHAPITRE INTRODUCTIF. LA NAVIGATION FLUVIO-MARITIME SUR LE BASSIN RHONE-SAONE : APERÇU HISTORIQUE.....</b>	<b>19</b>
---	-----------

---

<b>LA NAVIGATION FLUVIO-MARITIME DEPUIS L'ANTIQUITE. ....</b>	<b>21</b>
---	-----------

LA PREMIERE GENERATION : LA NAVIGATION ORIGINELLE. ....	21
---	----

LA SECONDE GENERATION : LA NAVIGATION INDUSTRIALISEE. ....	22
--	----

LA TROISIEME GENERATION : LA NAVIGATION MODERNE. ....	24
---	----

<b>LE RHONE, UN FLEUVE MARITIME ? .....</b>	<b>26</b>
---	-----------

ARLES, BERCEAU DU FLUVIO-MARITIME. ....	26
---	----

LE CONTRAT DE TRICASTIN, LA NAVIGATION FLUVIO-MARITIME MODERNE. ....	30
--	----

MARSEILLE UN PORT A CONTOURNER ?.....	33
---------------------------------------	----

LA CNR : L'AMENAGEUR DU RHONE. ....	36
-------------------------------------	----

<b>LE FLUVIO-MARITIME SUR RHONE-SAONE : ACTEURS ET TRAFICS.....</b>	<b>39</b>
---	-----------

ORGANISATION ET ACTEURS.....	39
------------------------------	----

CALE ET TRAFICS FLUVIO-MARITIMES. ....	43
--	----

---

**PARTIE II : PERTINENCE DU FLUVIO-MARITIME, ANALYSE THEORIQUE ET GEOGRAPHIQUE.**

..... 61

---

**I. L'EQUATION DU FLUVIO-MARITIME ET AVANTAGES DE COUTS..... 63**

- A. L'EQUATION DU FLUVIO-MARITIME. ....67
- B. AVANTAGE DE COUTS.....69
- C. SOUS-ADDITIVITE DES COUTS. ....71

**II. FLUVIO-MARITIME ET « FLUVIAL + MARITIME » : TECHNOLOGIES, FONCTIONS DE PRODUCTION ET PARTAGE DU MARCHÉ..... 72**

- A. LE FLUVIO-MARITIME, FONCTION DE PRODUCTION. ....75
- B. « FLUVIAL + MARITIME », FONCTION DE PRODUCTION. ....78
- C. SEUIL DE BASCULEMENT ET PARTAGE DU MARCHÉ. ....98
- D. L'ORGANISATION DU MARCHÉ DE TRANSPORT. ....107

**III. L'AIRE DE NAVIGATION DU FLUVIO-MARITIME. .... 110**

- A. LA GEOGRAPHIE DU FLUVIO-MARITIME : L'ANALYSE DE RISSOAN. ....111
- B. ANALYSE ET SIMULATION DES COUTS DE TRANSPORT. ....119
- C. CARTOGRAPHIE DE L'AIRE DE NAVIGATION DU FLUVIO-MARITIME. ....142

---

**PARTIE III : FLUVIO-MARITIME, MARCHÉ ET LEVIERS D'ACTION. .... 167**

---

**I. FLUVIO-MARITIME : REGLEMENTATION ET SECURITE. .... 170**

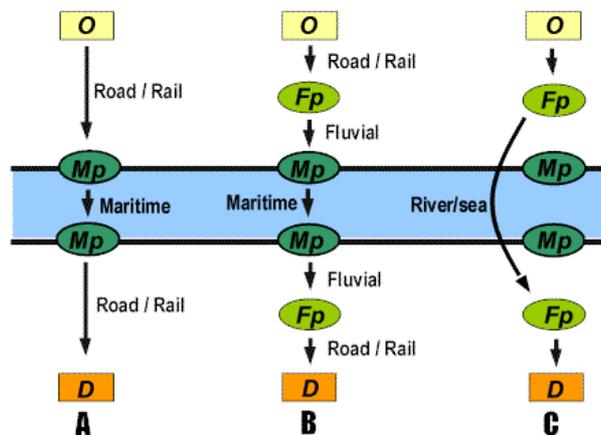
- A. REGLEMENTATION DES TRANSPORTS, GENERALITES. ....171
- B. LES PRINCIPALES REGLEMENTATIONS INTERNATIONALES.....175
- C. LES EVOLUTIONS DU SYSTEME ET DES AUTORITES. ....185
- D. LA NAVIGATION FLUVIO-MARITIME, UN RISQUE POUR LE BASSIN RHONE-SAONE ? .....191

<b>II.</b>	<b>LE FLUVIO-MARITIME : ACCESSIBILITE ET CONTRAINTES D'EXPLOITATION.....</b>	<b>202</b>
A.	FLUVIO-MARITIME, ACCESSIBILITE DES VOIES NAVIGABLES. ....	203
B.	FLUVIO-MARITIME, CONTRAINTES D'EXPLOITATION. ....	206
C.	FLUVIO-MARITIME ET LIGNES REGULIERES. ....	212
<b>III.</b>	<b>QUELS LEVIERS D'ACTION POUR DEVELOPPER LE FLUVIO-MARITIME SUR RHONE- SAONE ?.....</b>	<b>218</b>
A.	LES ACTIONS MENEES PAR VNF. ....	220
B.	LES AIDES EUROPEENNES, LE PROGRAMME MARCO POLO II. ....	226
C.	LES AIDES FINANCIERES. ....	232
D.	LES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES. ....	245
<b>CONCLUSION. ....</b>		<b>257</b>
<hr/>		
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>		<b>268</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>		<b>279</b>
<b>ANNEXES.....</b>		<b>285</b>

# **INTRODUCTION.**

La construction du mot fluvio-maritime peut prêter à confusion. Contrairement à une idée répandue et comme le souligne Rissoan (1995), le fluvio-maritime ne désigne pas l'association de deux modes de transports distincts : le fluvial et le maritime avec transbordement de la marchandise pour passer d'un environnement à l'autre. Le transport fluvio-maritime prolonge le parcours maritime sur les voies navigables (canaux, fleuves, rivières ou lacs) en pénétrant au cœur des territoires. Il permet de déplacer l'interface fleuve-mer à l'intérieur du continent et fait de Paris ou Lyon des ports maritimes. La figure ci-dessous, tirée des travaux de Rodrigue et Comtois, compare différentes chaînes de transport avec une option fluvio-maritime.

Figure 1 : Impacts du maillon fluvio-maritime sur une chaîne de transport.



Source : Dr. Jean-Paul Rodrigue et Dr. Claude Comtois, professeur de Géographie à l'Université de Montréal,

<http://www.geog.umontreal.ca/Geotrans/fr/ch3fr/conc3fr/fluvialmaritimefr.html>

Soit un transport entre une origine (O) et une destination (D). O et D sont séparés par une mer. Plusieurs chaînes sont représentées :

- (A) Une chaîne de transport conventionnelle dans laquelle nous retrouvons la route et/ou le rail associé(s) au maritime. Le passage d'un mode à l'autre nécessite deux ruptures de charge dans les ports maritimes (Mp).

- **(B)** Lorsqu'il est possible de recourir au fluvial. La chaîne de transport comporte des escales dans les ports fluviaux (Fp). Trois modes se succèdent, les pré/post acheminements routiers précèdent/succèdent à un transport fluvial permettant de consolider ou d'éclater les flux dans les ports maritimes.
- **(C)** Le fluvio-maritime. Il est possible de contourner les ports maritimes en connectant directement un port fluvial à un autre. Ceci s'observe notamment au Nord de l'Europe (sur le Rhin, connexions entre l'Allemagne et l'Angleterre ou la Scandinavie) ou plus proche de nous entre le bassin Rhône-Saône et la Méditerranée.

La navigation fluvio-maritime connecte un port intérieur, séparé par une mer ou un océan, à un autre port fluvial ou maritime. Le parcours en mer est suivi d'un parcours fluvial (ou inversement) sans transbordement de la marchandise d'un navire maritime vers une unité fluviale (automoteur ou convoi poussé). Le voyage s'opère en droiture. Les ports maritimes d'interface fleuve/mer sont court-circuités. Ceci constitue l'intérêt économique du fluvio-maritime. C'est par conséquent un transport « monomodal » fondé sur un principe intermodal.

À cheval entre deux environnements bien distincts, le fluvio-maritime peut couvrir d'assez longues distances. Au Nord, il met les bassins rhénan et séquanien en relation directe avec les îles Britanniques et la Scandinavie. Plus au Sud, il offre depuis l'axe Rhône-Saône une desserte sans escale du bassin méditerranéen. Il se prédestine par conséquent à l'acheminement de flux internationaux d'import-export, généralement sur de courtes distances, au titre du cabotage maritime par opposition aux voyages au long cours. Le fluvio-maritime n'est pas toujours limité à des dessertes de proximité. Certaines marchandises expédiées depuis le bassin Rhône-Saône ont été transportées au-delà du détroit de Gibraltar et ont parfois même traversé l'océan Atlantique. En décembre 2001, un transport direct a été effectué depuis le port fluvial Édouard Herriot de Lyon jusqu'à Morgan-City (USA) près de la Nouvelle-Orléans aux États-Unis. En janvier 2002, une liaison entre le port de Mâcon et Charleston en Caroline du Sud (USA) a été réalisée. Plus récemment (2005), une liaison Chalon – Russie a également été accomplie. Ces voyages répondent à une demande de transport de colis lourds et encombrants dont les dimensions sont incompatibles avec un pré-acheminement routier.

Le fluvio-maritime s'affranchit d'une rupture de charge. Pour qu'un transport soit qualifié de fluvio-maritime, il doit réunir les conditions suivantes :

Pour un acheminement alliant parcours fluvial et maritime, la marchandise, par une mise en œuvre de moyens techniques, humains et financiers, évite le maillon portuaire (manutention) lorsqu'elle passe d'un environnement fluvial à un environnement maritime ou inversement. Les ports assurant l'interface terre/mer sont contournés.

Cette définition nous permet de distinguer technique et navigation fluvio-maritime.

- ✘ Par technique fluvio-maritime nous désignons le recours à un navire spécifique pour connecter un port intérieur à un autre port intérieur, tous deux séparés par un bras de mer, une mer ou un océan. Ce navire peut également relier un port intérieur à un port de front de mer également séparés par un bras de mer, une mer ou un océan. Ce navire fluvio-maritime est un caboteur adapté à la navigation fluviale.

- ✘ La navigation fluvio-maritime, quant à elle, ne requiert pas systématiquement un navire fluvio-maritime (technique fluvio-maritime). Des navires purement maritimes peuvent lorsque les conditions nautiques le permettent desservir certains ports intérieurs. L'embarcation maritime doit alors respecter le gabarit de la voie d'eau empruntée : longueur, largeur, tirant d'eau et tirant d'air pour le franchissement de ponts ou d'écluses. La desserte du port de Duisbourg sur le Rhin (Allemagne) ou d'Arles est aussi bien réalisée par des navires à charge classique que par des navires fluvio-maritimes. Une manutention est évitée à Rotterdam ou Anvers pour le premier et Marseille (bassins Ouest, Fos) pour le second.

Toutefois, la connexion entre un port d'eau douce et un port d'eau de mer n'est pas toujours assimilée à de la navigation fluvio-maritime. Le port d'Anvers, situé dans l'estuaire de l'Escaut ne réalise aucun trafic fluvio-maritime. Il en est de même pour le port de Rouen situé sur la Seine. Pourtant, toucher ces deux ports nécessite de remonter le cours d'eau. Le trajet est équivalent à un parcours fluvial (navigation en eau douce). Aucun port assurant l'interface terre/mer n'est contourné, « court-circuité » pour desservir ces deux ports.

Les navires fluvio-maritimes réalisent un compromis entre contraintes fluviales et maritimes. À cheval entre deux environnements bien distincts, ils ne sont parfaitement adaptés ni à l'un ni à l'autre. A mi-chemin entre fluvial et maritime, ils appartiennent au monde maritime et en reprennent l'organisation : armateurs, agents, commissionnaires de transports. Comme toute autre embarcation maritime, ils relèvent juridiquement du Droit maritime. Le Lloyd's Register les définit comme ayant les caractéristiques suivantes : « ...*shallow draft and low air draft, width and length restrictions, a strong box hold and a powerful engine. In short: neat, compact, small ship capable of navigating on river and canal, and crossing the seas around the European coastline* ».

Unités mixtes, les fluvio-maritimes répondent à un compromis entre des formes nautiques océaniques et des contraintes de dimensions et de profils de coques adaptés aux rivières, aux écluses, aux passages de ponts. Équipés d'une passerelle télescopique et de mâts escamotables, ballastables<sup>1</sup>, ils s'affranchissent des contraintes de tirant d'eau et d'air des voies navigables (franchissement des ponts). Ils sont généralement de type *box shaped* (cale unique rectangulaire). L'ouverture des écoutilles est équivalente à la dimension de la cale (longueur x largeur). Nous traiterons plus en détail des caractéristiques techniques des navires fluvio-maritimes dans une section suivante.

Les navires fluvio-maritimes opèrent souvent en *tramping* : affrètement à la demande pour le transport d'un lot complet pour le compte d'un chargeur. Ils acheminent n'importe quel type de marchandise, vrac solides ou marchandises générales, en cale mais aussi en pontée, sur des distances relativement courtes : Rhin – Angleterre/Scandinavie ou Rhône – Méditerranée. Le fluvio-maritime est par sa nature, une forme de cabotage. Les services qu'il propose répondent à la définition qu'en fait la Commission Européenne. Pour la Commission Européenne le cabotage maritime regroupe :

« Tous les services de transport maritime, réguliers ou au voyage, effectués entre des ports européens ou avec des pays ayant une façade sur une mer limitrophe fermée, quelle que soit leur nature : vrac secs, liquides, marchandises conventionnelles, roulantes, conteneurisées voire même les passagers »

---

<sup>1</sup> Action qui consiste à introduire de l'eau dans des compartiments étanches du navire pour assurer sa stabilité en augmentant son tirant d'eau. Dans le cas du fluvio-maritime, le ballastage en enfonçant le navire, facilite le franchissement de certains ponts dont la hauteur libre sous ouvrage est problématique.

Navires polyvalents, les fluvio-maritimes sont plus complexes et plus coûteux que des unités fluviales ou maritimes de taille équivalente. Plus lourds que des unités fluviales, parce que leurs structures doivent résister à la houle et au roulis. Plus sophistiqués que des navires de mer (passerelle télescopique, mâts rabattables, ballasts de fortes capacités, propulseur d'étrave) leurs coûts de construction et donc leurs coûts d'exploitation sont nettement supérieurs à ceux d'unités « purement » fluviales ou maritimes. À dimensions équivalentes, un fluvio-maritime offre des capacités de transport moindres par rapport aux automoteurs et barges fluviales conçus pour utiliser au mieux le gabarit fluvial et par rapport aux navires de mer. Ils se distinguent également des unités fluviales par des contraintes d'armement plus fortes. Un automoteur (jusqu'à 2.000 tonnes) peut être exploité par un artisan et son épouse, quant à un convoi poussé industriel (jusqu'à 5.000 tonnes) il est armé de 4 hommes pour une navigation continue. Dans le même temps, un navire fluvio-maritime est généralement armé par un équipage de 6 hommes minimum quel que soit son parcours : fluvial ou maritime. L'équipage se compose d'un capitaine, d'un second-captaine, d'un chef mécanicien, et des hommes d'équipage. Le fluvio-maritime présente en conséquence deux surcoûts l'un relatif au segment fluvial et l'autre au segment maritime.

Mode de transport plus coûteux comparativement à des maillons fluviaux ou maritimes classiques, quel est l'intérêt du fluvio-maritime ? Quel est son degré de pertinence ?

Le principal attrait de ce transport réside dans son principe. En pénétrant au cœur des territoires mouillés (desservis par une voie d'eau à grand gabarit) il approche la marchandise au plus près de sa destination finale et/ou de son origine. Le fluvio-maritime peut être perçu comme un service de porte à porte. À l'image du transport routier, il met en relation directe l'expéditeur et le réceptionnaire de la marchandise sans rupture de charge, si et seulement si, tous deux ont un accès à l'eau (appontement privé ou installation dans un port). Le navire peut être un lien direct entre deux usines d'une même firme : *British Steel* importe des coils (bobines d'acier) à Limay (région parisienne) pour transformation, *Arjomari* (importation de pâte à papier sur Limay – région parisienne), *Peugeot* entre Gijon et Poissy. Il réduit ainsi les pré / post acheminements.

Contourner les ports maritimes qui assurent l'interface terre/mer représente un gain important pour le chargeur. Au minimum une rupture de charge est supprimée. Cette économie de coût s'accompagne d'une réduction des risques pour la cargaison (avaries, détérioration...) liés à la manutention. La qualité de la marchandise est préservée. Des manipulations successives contribuent à accroître la probabilité de casse. Ainsi pour le transport de céréales, des manutentions répétées cassent les grains. Cet aspect constitue le facteur de compétitivité du fluvio-maritime.

L'économie de coûts est d'autant appréciable que ports fluviaux et ports maritimes n'obéissent pas aux mêmes obligations réglementaires et statutaires, notamment en matière de personnel : *dockers*, grutiers. Le coût du passage portuaire est nettement inférieur dans les enceintes fluviales (aucun frais de lamanage, de pilotage, absence de dockers...). Par ailleurs, la réduction du nombre de rupture de charge améliore la traçabilité du produit.

Ainsi, plus la rupture de charge de l'interface fleuve/mer sera coûteuse plus son élimination sera avantageuse. En retour l'avantage sera plus faible si la manutention est simple et « bon marché ». C'est pourquoi, le fluvio-maritime est une solution de transport intéressante lorsque les manutentions sont complexes et longues (marchandises diverses, colis lourds...) et inversement pour des manutentions à forte productivité (conteneurs).

Cependant, le développement du fluvio-maritime n'est pas homogène en Europe. Le Nord de l'Europe et plus particulièrement le Rhin est très développé. En 2004, le seul port de Duisbourg a traité un trafic fluvio-maritime plus de deux fois supérieur à celui de l'ensemble de l'axe Rhône-Saône : 1,4 million de tonnes contre 625.000 tonnes. Pour expliquer cette disparité certains experts soulignent un marché insuffisamment structuré et caractérisé par un certain manque de cale. Certains éléments historiques et géographiques renforcent cette disparité. Contrairement au bassin Rhénan, le bassin Rhône-Saône n'a pas bénéficié d'une activité industrielle dense. Laferrere (1981) résume ce point en quelques phrases :

*« Dans les vallées de la Saône et du Rhône, les concentrations d'hommes et d'activités sont bien moins puissantes que celle de la vallée du Rhin, pour des motifs à la fois historiques et géographiques. La révolution industrielle du XIXème siècle n'a pas trouvé dans le Sud-Est de la France des ressources minérales et énergétiques comparables à celles de l'Europe du Nord-Ouest. Ainsi le bassin houiller de Saint-Étienne a produit en moyenne vingt fois moins*

*de charbon que celui de la Ruhr. L'industrialisation de ces régions françaises s'est donc réalisée en ordre dispersé : au Creusot, à Saint-Étienne et à Alès, sur des gisements de charbon somme toute modestes, dans les vallées des Alpes de Savoie et du Dauphiné productrices d'hydroélectricité, à Lyon ville d'anciennes traditions textiles, à Marseille grand port maritime. Quant au Rhône, navigable à courant libre comme le Rhin, mais dans des conditions plus difficiles et très onéreuses, il n'a pas permis de maintenir en activité les hauts fourneaux construits au Pouzin, à Chasse et à Givors pour transformer les minerais ardéchois, pyrénéens et algériens ; mais il a fixé sur ses rives la chimie des acides et des engrais à Saint-Fons près de Lyon, aux Roches de Condrieu, au Pontet près d'Avignon, et aussi la papeterie à Tarascon et à Arles ».*

L'axe Rhône-Saône offre néanmoins des caractéristiques intéressantes pour la navigation intérieure. À l'image d'une autoroute et contrairement à d'autres voies navigables beaucoup plus sinueuses (Seine), la liaison entre la Bourgogne et la Méditerranée se fait quasiment en ligne droite. Le bassin Rhône-Saône représente près d'un tiers des voies navigables françaises au gabarit européen : 550 kilomètres sur un total de 1.700 km.

En 1953, la conférence européenne des ministres des transports a établi quatre classes de gabarit en prenant pour modèle de base l'automoteur de la flotte fluviale rhénane. Le développement de la technique du poussage importée des États-Unis (séparation de l'unité motrice et de la barge) a fait apparaître la nécessité d'une nouvelle classification des voies navigables (1992), cette classification est reprise dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 1 : Classement européen des voies navigables.**

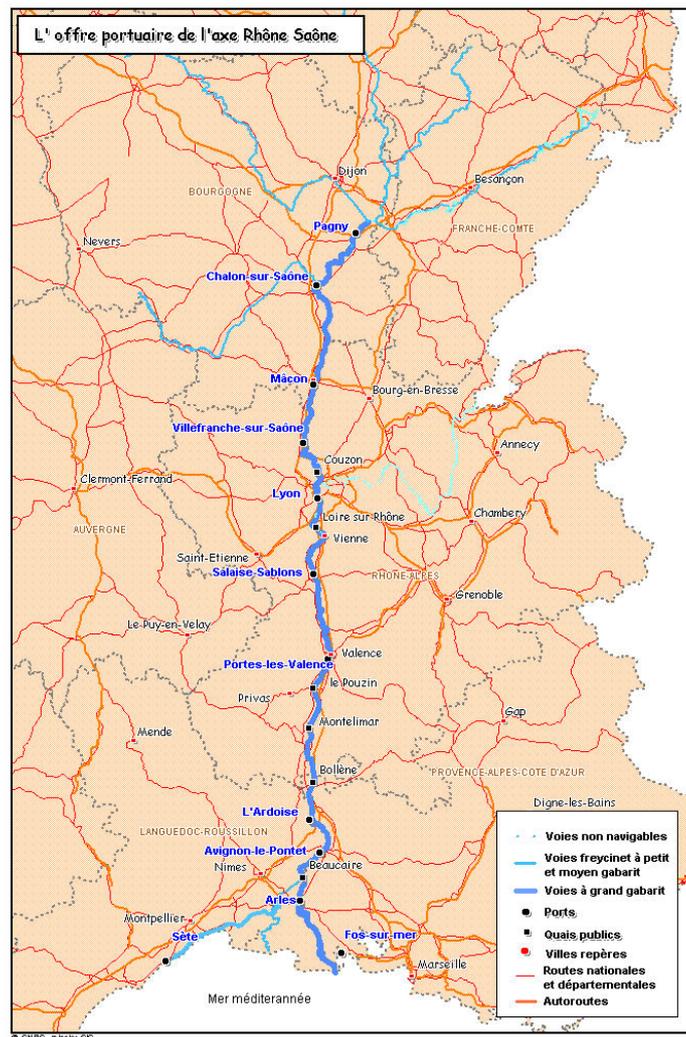
Classe	Automoteurs	Convois poussés
I	250 à 400 t	
II	400 à 650 t	
III	650 à 1 000 t	
IV	1 000 à 1 500 t	
Va	1 500 à 3 000 t	1 600 à 3 000 t
Vb		3 200 à 6 000 t
VIa		3 200 à 6 000 t (mais largeur à 22,80 m contre 11,40 m pour le gabarit Vb)
VIb		6 400 à 12 000 t
VIc		9 600 à 18 000 t
VII		14 500 à 27 000 t

Source : VNF – CEMT.

Le Rhône et la Saône sont classés au Vb, de même que la Moselle et la Seine pour partie.

Le Rhône et la Saône offrent un maillage complet du territoire avec un réseau portuaire relativement dense et homogène (carte 1). Les navires fluvio-maritimes peuvent remonter jusqu'à Pagny au cœur de la Bourgogne.

Carte 1 : Le maillage portuaire du bassin Rhône-Saône.



Source : VNF ; Direction inter-régionale de Lyon.

La navigation peut s'effectuer en continu 24h/24h et 7 jours/7. Des convois fluviaux jusqu'à 4.400 tonnes peuvent naviguer sur l'ensemble du bassin. La relation Méditerranée-Lyon s'effectue en une trentaine d'heures. Il faut compter plus de 50 heures pour gagner Pagny depuis la mer.

Le cadre institutionnel de Rhône-Saône voit se côtoyer trois entités : la CNR (Compagnie Nationale du Rhône), l'État via le Service Navigation Rhône-Saône (SNRS) et VNF (Voies Navigables de France).

La CNR est concessionnaire du Rhône depuis plus d'une soixantaine d'années avec trois missions : production d'électricité, irrigation des terres agricoles et navigation fluviale

(aménagement du fleuve). L'État exerce une autorité de tutelle du transport : police de l'eau. VNF assure la promotion du transport fluvial sur l'ensemble de l'axe.

L'alternative fluvio-maritime peut incarner sur Rhône-Saône, pour certains trafics, une option complémentaire au rail et à la route en proposant des solutions logistiques « *Rhodano-méditerranéennes* » à destination du pourtour méditerranéen (Italie, Espagne et pays du Maghreb). Pourtant, en dépit de nombreux atouts et après une phase de croissance importante, les trafics fluvio-maritimes de Rhône-Saône ont tendance à stagner voire même se réduire faute d'une cale suffisante.

Le rapport De Richemont (2003) reconnaît quatre avantages au fluvio-maritime :

- Le coût à la fois du moyen de transport et du port. Les frais des ports fluviaux sont moins élevés (redevances plus faibles, pas de dockers pour la manutention...) ;
- Le temps gagné en évitant les transbordements, avec une possibilité de service de porte-à-porte voire l'utilisation d'un seul bateau comme lien technique direct entre deux sites de production comme par exemple Peugeot entre Gijon et Poissy ;
- La préservation du matériel transporté, matériel souvent fragile (les rouleaux de papier par exemple) mais également des colis hors gabarit routier ;
- Des économies d'échelle sur les masses transportées comparativement à la route.

Les experts soulignent le potentiel qu'il représente pour des solutions de cabotage maritime. Cependant, ils ne manquent pas de souligner sa sous-utilisation et la nécessité de rechercher des solutions favorables à son développement (CEMT/CM 2002, rapport De Richemont 2003).

*« Le transport fluvio-maritime. Une autre solution pour tirer un meilleur profit du potentiel de transport des voies de navigation intérieure consisterait à les utiliser pour le trafic fluvio-maritime entre des bassins fluviaux qui ne sont pas interconnectés par des voies navigables (ou seulement par des voies navigables trop petites) avec le principal réseau européen [...] »* CEMT/CM(2002).

*« Le fluvio-maritime stagne aussi bien sur le Rhône que sur la Seine. Certains espaces portuaires fluviaux sont considérés comme de simples lieux d'entreposage. « On peut faire mieux et plus » en s'inspirant notamment des Pays-Bas où on a favorisé la multiplication des*

*petits appontements et où l'on transporte de très petites quantités de marchandises » ; rapport De Richemont (2003).*

Consciente de l'importance de cet enjeu et faute de littérature, la direction régionale de VNF Lyon souhaite évaluer la pertinence globale de cette offre autour des axes économiques et collectifs. Ceci permettra de renforcer le poids relatif de la voie d'eau dans la répartition modale des transports et encourager une politique de transports cohérente sur le bassin Rhône-Saône.

Rissoan (1987, 1995) apporte un éclairage géo-économique sur le fluvio-maritime. En dehors des travaux de Rissoan, peu de références à vocation économique existent sur le fluvio-maritime. Notre étude complétera celle de Rissoan. Au travers d'outils de la micro-économie nous déterminerons le degré de pertinence du fluvio-maritime. Konings et Ludema (2000) évaluent la faisabilité d'un service fluvio-maritime entre l'Allemagne et le Royaume-Uni. Ils comparent cette alternative avec différentes chaînes de transport associant acheminements terrestres et maritimes. Aucune étude ne définit le seuil de basculement entre fluvio-maritime et une autre alternative de transport. Ce seuil de basculement représente le tonnage à partir duquel la solution fluvio-maritime devient économiquement intéressante. Pour ce faire, nous comparons les fonctions de coûts de différentes chaînes de transport. Nous travaillons à partir des fonctions de coûts construites par Cullinane et Khanna (2000). Après avoir défini ce seuil de basculement, nous déterminons pour différents ports du bassin Rhône-Saône l'aire de navigation du fluvio-maritime. Cette analyse découle de celle de Rissoan (1987). Cette aire représente la zone géographique dans laquelle le fluvio-maritime est économiquement plus pertinent qu'une autre alternative de transport. Notre contribution réside dans la prise en compte des accès nautiques, mais également la diversité de la flotte fluvio-maritime fréquentant l'axe Rhône-Saône.

Nous tenterons, ensuite, de préciser quels sont les leviers d'action susceptibles de favoriser le développement du fluvio-maritime sur Rhône-Saône. Nous essaierons d'apporter une réponse aux interrogations de Rissoan (1995) : « *Quelles stratégies mettre en œuvre pour accélérer [son] développement ?* ». Nous problématiserons la formulation de Charlier reprise par Rissoan (1987) dans sa conclusion : Comment « *accentuer la pente géographique de Rhône-Alpes vers le versant maritime méditerranéen ?* ».

# **Chapitre introductif**

**Chapitre introductif. La  
navigation fluvio-maritime  
sur le bassin Rhône-Saône :  
aperçu historique.**

Ce chapitre introductif nous familiarisera avec le concept du fluvio-maritime avant de démontrer sa pertinence (en seconde partie) et d'essayer d'identifier des leviers d'action susceptibles de favoriser son développement. Il apportera une définition historique de la navigation fluvio-maritime sur l'axe Rhône-Saône : des premiers navires fluvio-maritimes à la dernière génération, le Rhône un fleuve à vocation maritime depuis l'Antiquité. Certains éléments de cet historique sont tirés en grande partie des différentes publications de Rissoan (1987, 1994, 1995).

Nous identifierons, par la suite, les acteurs ayant permis à cette navigation de se développer sur l'axe Rhône-Saône : le rôle d'aménageur de la CNR (Compagnie Nationale du Rhône) et celui des opérateurs de transport. Nous détaillerons les trafics et dresserons un état des lieux de l'activité fluvio-maritime sur Rhône-Saône : fréquentation, tonnage origine/destination des marchandises.

# La navigation fluvio-maritime depuis l'Antiquité.

La navigation fluvio-maritime n'est pas un mode de transport récent contrairement aux modes ferroviaires et aériens dont l'essor date du siècle dernier. Des récits historiques datant du Moyen-Âge et même de l'Antiquité font référence à des navires de mer capables de remonter les fleuves et ainsi acheminer la marchandise au plus près de son lieu de consommation. Rissoan (1995) distingue trois générations de navires fluvio-maritimes : une génération qui pourrait être qualifiée d'originelle. La remontée des fleuves se faisait grâce à la force du vent, des animaux de trait et parfois des hommes. Une seconde génération, que nous appellerons industrielle avec l'introduction de la machine à vapeur et plus tard du moteur à explosion (*diesel*). Une troisième génération, l'ère moderne, la navigation fluvio-maritime telle que nous la connaissons aujourd'hui avec ses possibles développements évoqués en troisième partie : le Karvor, le concept du RSPB ou encore les fluvio-côtiers.

## ***La première génération : la navigation originelle.***

Durant l'Antiquité de nombreux navires remontaient certains cours d'eau pour le commerce et le transport de marchandises venues du Moyen-Orient (Égypte, Libye...). Cette époque est celle de l'utilisation naturelle des fleuves dont le seul obstacle était la force du courant. Le Rhône et son affluent la Saône constituaient une grande artère de communication Nord-Sud entre l'Europe des Germains et celle des Latins. Dans l'Antiquité le Rhône était le lien unissant la Gaule à Rome. Après le Nil, il était l'un des fleuves les plus fréquentés de l'Empire Romain.

La vocation de la navigation fluvio-maritime était alors commerciale. Bien plus tard à l'époque des Vikings (à partir de l'an 800 après J.C.) la navigation fluvio-maritime prend une

autre dimension. Les Vikings appuient leur conquête de l'Europe sur ce mode de transport. Ils remontent les fleuves et conquièrent de nombreux territoires, en France en Espagne, en Angleterre, en Irlande... Outils indispensables pour la conquête de nouveaux territoires, les drakkars se révélaient également indispensables pour le commerce entre la Scandinavie et le reste de l'Europe.

Le corridor Rhône-Saône était une voie de communication maîtresse de la France médiévale. La descente s'effectuait au gré du courant alors que la remontée exigeait parfois de très gros attelages de chevaux (de 20 à 40 têtes) et surtout des hommes nombreux. Cette navigation originelle disparaît dans la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle avec la concurrence des bateaux à vapeur.

## ***La seconde génération : la navigation industrialisée.***

L'invention de la machine à vapeur et son utilisation pour la propulsion des navires modifient sensiblement les navigations maritimes, fluviales et fluvio-maritimes. La taille des unités s'accroît, et leurs capacités de chargement avec. Les temps de parcours se raccourcissent. Des services réguliers sont mis en place sur les plus grands bassins européens : Danube, Rhin et Seine. Cependant les fleuves laissés jusqu'alors en leur état naturel ne répondent plus aux nouvelles exigences de navigation. Les nouvelles unités de transport ont besoin d'un tirant d'eau plus important et d'une meilleure prévention des risques : signalisation des écueils, des bancs de sable... Rissoan (1995) mentionne un note administrative de 1871 adressée au ministère français des Travaux publics soulignant le problème d'insuffisance de mouillage sur la Seine : « *en portant à trois mètres le tirant d'eau, on arriverait à transformer la Seine en un véritable bras de mer...<sup>2</sup>* ».

---

<sup>2</sup> Cité par R PLANCHAR (1985)

Les navires fluvio-maritimes restent des caboteurs de taille limitée de 400 à 700 tpl (tonnes de port en lourd). La dimension des cales est contrainte par la quantité de charbon nécessaire au voyage et par l'espace occupé par les machines.

La taille des navires augmentant, il est de plus en plus difficile de remonter les fleuves. Les ports migrent vers l'aval, pour s'installer en fond d'estuaire. Rissoan (1995) reprend l'exemple rhénan pour illustrer cette migration des ports vers l'aval des voies navigables. Jusqu'au XV<sup>ème</sup> siècle Cologne est considéré comme un port de mer. À partir de cette date, les ports d'Arnhem et Nimègue deviennent les débouchés maritimes les plus actifs du Rhin. Au XVIII<sup>ème</sup> Dordrecht devient la principale destination des navires de mer sur le Rhin avant que Rotterdam, Anvers et Amsterdam le supplantent au XIX<sup>ème</sup> siècle.

Sur le Rhône, priorité a été donnée au chemin de fer. En 1827 les frères Seguin obtiennent la concession de la ligne de chemin de fer entre Saint-Étienne et Lyon. La ligne obtient un succès immédiat. Le trafic de marchandises passe de 350.000 tonnes en 1834 à 612.000 tonnes en 1839. En 1842 une loi sur les chemins de fer met en place l'axe Paris-Lyon-Marseille, axe complètement achevé en 1856. La rapidité des relations ferroviaires et une infrastructure fluviale mal adaptée ont eu raison du fluvial et du fluvio-maritime. Au milieu du XIX<sup>ème</sup> la profondeur maximale à l'étiage (période de basses eaux) ne dépasse pas 0,80 mètre. Le faible tirant d'eau et des ponts « trop bas » pénalisent les échanges par voies navigables et les bloquent parfois. Rissoan (1995) évoque pour la période 1853-1877, une durée annuelle du chômage en basses eaux de 70 jours environ. En 1854 le trafic fluvial rhodanien ne dépassait pas 440.000 tonnes et chutait à moins de 120.000 tonnes en 1880.

Au fil du temps, les machines à vapeur sont progressivement remplacées par des moteurs *diesel*. La dimension des cales augmente avec l'introduction de l'architecture « tout à l'arrière pont ouvert ». Le moteur est placé à l'arrière du navire et non plus au milieu comme sur les bateaux à aubes. L'ouverture du pont est alors augmentée. Le port en lourd des caboteurs s'accroît. Cependant, l'irrégularité des cales laisse de nombreux espaces vides.

Les années 70 sont celles d'une nouvelle conception navale. Cette nouvelle architecture adapte le fluvio-maritime aux contraintes d'un transport moderne et intermodal.

## ***La troisième génération : la navigation moderne.***

Rissoan (1995) souligne la contribution du capitaine G. Wessels à la navigation fluvio-maritime moderne. En 1973, le capitaine allemand G. Wessels introduit une innovation qui permet au fluvio-maritime de vivre avec son temps. Il conçoit les fluvio-maritimes avec une cale *box shaped*. La cale est parfaitement rectangulaire et ne présente aucune irrégularité (cf. annexes 1 et 2, représentation d'une cale fluvio-maritime). L'ouverture des écoutilles a la même surface que le fond (plancher) de la cale. Cette large ouverture facilite les manutentions, la perte de place est minimisée. La cale s'adapte ainsi à tout type de marchandises : du conteneur au vrac en passant par des colis lourds et indivisibles. Certains navires sont même équipés d'une cloison verticale mobile permettant de compartimenter la cale en plusieurs volumes distincts.

Les navires fluvio-maritimes sont des navires hybrides, à la fois fluviaux et maritimes. Tout en étant proches des caboteurs maritimes et des automoteurs fluviaux ils s'en distinguent. D'allure générale, ils ressemblent à des automoteurs : longs effilés et relativement bas. Leur dimension est conditionnée par l'infrastructure fluviale : longueur, largeur des sas d'écluses, tirant d'eau et tirant d'air des voies navigables. La largeur des sas d'écluse limite la longueur des navires fluvio-maritimes. En effet, il est nécessaire de respecter un certain rapport entre longueur et largeur au risque de fragiliser la structure du navire, plus particulièrement sur le segment maritime. La houle peut engendrer des torsions de structure jusqu'à rupture si le navire est trop long. Afin de s'adapter aux contraintes de la navigation fluviale les formes des fluvio-maritimes sont moins marquées que celles des navires de mer. Ainsi la quille est quasi inexistante. Ceci accentue parfois le phénomène de roulis en mer, mais limite l'enfoncement sur le fleuve.

Ils se différencient des unités fluviales par une surélévation de la proue permettant d'affronter les paquets de mer. La présence d'un bulbe d'étrave les assimilent à des navires de mer (réduction de la résistance aux flots). Certains sont même équipés de propulseurs d'étrave pour une plus grande manœuvrabilité lors de l'entrée ou sortie des écluses, ainsi que durant les phases d'accostage. Durant le parcours fluvial, il est possible d'abaisser la timonerie et

d'escamoter les mâts. De Nombreuses unités sont équipées de ballasts leur permettant de s'accommoder d'un mouillage et d'une hauteur libre sous ouvrage limités.

Les innovations apportées par le capitaine G. Wessels ont propulsé les navires fluvio-maritimes dans une ère moderne. Désormais, en plus du conventionnel et des colis lourds, les navires fluvio-maritimes sont capables d'opérer sur des lignes conteneurisées.

# Le Rhône, un fleuve maritime ?

Le second aspect de notre chapitre introductif recentre notre analyse sur le bassin Rhône-Saône et son Histoire.

Le Rhône dispose d'un passé riche et ancien. Turbulent, objet de toutes les craintes pendant l'Antiquité, il est aujourd'hui un fleuve « dompté » et aménagé pour la navigation à grand gabarit.

## ***Arles, berceau du fluvio-maritime.***

Les Romains ont été de grands bâtisseurs et de grands navigateurs. Les échanges par voies terrestres ou maritimes étaient fréquents. L'organisation de l'Empire et la qualité de ses infrastructures : routes pavées, création de ports-entrepôts (sorte de *hub* maritimes), ont fait la fortune de Rome. Des produits germaniques sur le marché de Rome était un fait aussi « banal » que la présence de produits asiatiques dans nos supermarchés.

Une grande route maritime Est-Ouest reliait l'Espagne et l'Italie. Dans cette grande artère s'inséraient des voies depuis le Nord-Ouest et Sud-Est de la Gaule vers l'Italie. Les deux principaux ports gaulois sur la côte méditerranéenne étaient les villes impériales de Narbonne et Arles.

Narbonne était le débouché des produits du commerce Aquitain, Atlantique et de la région du Massif Central vers la Méditerranée. Quant à Arles, la ville servait de lien entre l'Europe des Germains et celle des Latins. Le fleuve met la cité arlésienne en relation avec sa vallée et celle de la Saône, mais aussi au Nord avec le bassin de la Seine, les régions de la Meuse, de la Moselle et la vallée du Rhin ; et à l'Ouest avec le bassin de la Loire. Ainsi une grande partie des produits de la Gaule du Nord et de la Germanie se trouvait drainée à Arles. L'hinterland de la cité est conséquent, comme en atteste la citation d'un géographe anonyme

« Arles reçoit les produits du monde entier et les renvoie jusqu'à Trèves. »<sup>3</sup>. Privilégiée par sa situation géographique en bordure du Rhône et au carrefour de trois voies terrestres (*via Domitia, via Agrippa, via Aurelia*) Arles développe ses réseaux commerciaux pendant la période romaine. Véritable plaque tournante, Arles voit transiter les productions agricoles ou manufacturées issues des terres les plus lointaines de l'Empire. Dans l'Antiquité tardive, Arles est l'un des ports les plus actifs de la Méditerranée.

Arles ne semblait pas destinée à devenir un port maritime. La ville est installée à la fourche du delta du Rhône et ses communications avec la mer étaient délicates. Le cours torrentueux du Rhône était un obstacle majeur à la navigation. Suivant les époques l'homme gagne la Méditerranée soit par le fleuve lui-même ; soit par les fameuses *fossae marinae* (fosses mariennes).

Le réseau hydrographique suivait un schéma différent de l'actuel. Des réseaux complexes d'étangs et de cours d'eau doubleraient les voies de communication vers le Nord et vers l'Est offrant des débouchés sur la haute Provence. Aristote constate dans sa *Météorologie* : « le Rhône est navigable »<sup>4</sup>. Les liaisons entre Arles et Lyon étaient courantes. Des navires remontaient même jusqu'à Chalon, Mâcon. Des haleurs tiraient les embarcations à l'aide de cordes nouées à leur poitrine Deydier (1912).

Arles est devenu à la fois un port maritime et un port fluvial. La dimension modeste des navires permettait à la cité romaine de concurrencer d'autres ports méditerranéens. La taille moyenne des embarcations était proche des 14 mètres en longueur et environ 4,50 mètres en largeur pour une capacité de 20 tonnes. Le principal mode de propulsion était la rame progressivement abandonnée au profit de la voile et de ses avancées importantes.

Avant la construction des fosses mariennes, la navigation « primitive » pour gagner la mer depuis Arles empruntait un ancien bras du Rhône, aujourd'hui disparu, appelé le Rhône d'Ulmet. Cependant, la vitesse du courant et le dépôt d'alluvions à l'embouchure rendaient la navigation impossible sur le Bas Rhône aux navires à voiles ou à rames. Seuls les radeaux

---

<sup>3</sup> *Anonymi totius orbis descriptio*, 58 ; traduction d'un livre grec composé à Antioche ou à Alexandrie vers 350 après J-C.

<sup>4</sup> Aristote, *Met.*, I, 13.

utriculaires, fabriqués à Arles, pouvaient s'accommoder du fort courant à la manière des « rafts » actuels et uniquement dans le sens Nord-Sud.

Le général romain Marius Plutarque venu dans la région en 104 avant J.-C. pour la protéger d'attaques barbares, devait assurer le ravitaillement de ses troupes (cinq légions soit 30.000 hommes environ) par voie d'eau. Les navires en provenance d'Ostie devaient pouvoir acheminer les vivres dans le sens Sud-Nord sans qu'il soit nécessaire de transborder la cargaison, opération fort coûteuse en temps. La solution a conduit à l'aménagement d'un canal entre Arles et la mer. Ce canal (fosses mariennes) améliorait la dépression naturelle par un allongement du parcours de sorte à obtenir une pente modérée avec un débit réduit permettant la navigation dans les deux sens.

L'aménagement du canal s'est effectué pendant l'hiver 103-102 avant J.-C. Le développement d'Arles a suivi le creusement du canal. En 46 avant J.-C, Arles participe au succès militaire de César et occupant une position stratégique en amont du delta du Rhône, devient colonie de droit Romain. Lorsque César fonde la colonie d'Arles en lui donnant tout le territoire de Marseille, il ambitionne de la substituer à cette dernière dans son rôle de grand port méditerranéen. La rivalité entre les deux villes date de l'affrontement entre César et Pompée. Marseille avait pris le parti de Pompée tandis qu'Arles avait fourni des navires de guerre à César.

La base des échanges (le fond de cale) entre Arles et Rome concernait les denrées annonaire ; contribution au ravitaillement de Rome (principalement du blé et de l'huile). Dans le cas particulier d'Arles, une grande majorité des marchandises était directement acheminée à Rome sans aucun transbordement. C'est là un atout du fluvio-maritime capable d'acheminer la marchandise au plus près de son lieu de consommation en limitant le nombre de manutentions.

En raison des services rendus à l'annone, les naviculaires étaient dispensés de payer l'impôt de douane ou portuaire ; privilège limité aux marchandises qu'ils transportaient pour leur propre compte. Cette mesure a favorisé le développement de la cité arlésienne. Les naviculaires d'Arles expédiaient ainsi pour leur propre compte et en dehors du contrôle de l'État des vins (*vinum picatum* de Vienne) – le vin n'étant pas une denrée annonaire. Des

marchandises d'Orient destinées aux marchés gaulois et germains étaient également importées.

La prospérité commerciale d'Arles atteint son apogée à la fin du IV<sup>ème</sup> siècle. Une constitution d'Honorius de 418 décrit l'activité des relations maritimes d'Arles :

*« La ville est si heureusement placée, le commerce y est si actif, les négociants y viennent en si grand nombre, qu'on y draine tout les produits de l'Univers : ... toutes les richesses de l'Orient, les parfums d'Arabie, les délicatesses d'Assyrie s'y trouvent en si grande abondance qu'on les croirait des productions locales. »*<sup>5</sup>

Dans de nombreux ouvrages, nous retrouvons l'admiration du formidable entrepôt que constituait Arles à cette époque :

*« Arles ville double, ouvre tes ports si aimablement hospitaliers. Arles, Rome des Gaules, qui a pour voisine d'un côté Narbonne de l'autre Vienne, opulente colonie des Alpes. Le cours torrentueux du Rhône te coupe en deux : mais d'un pont de bateaux tu formes d'une rive à l'autre une large route ; par le Rhône tu reçois les marchandises de tout le monde romain. Cependant tu ne les gardes pas pour toi, tu enrichis d'autres peuples, d'autres villes ; tu en fais profiter la Gaule et l'Aquitaine au vaste sein. »*<sup>6</sup>

Arles jouait deux rôles : porte de la Gaule sur l'Orient et vaste entrepôt sur la route entre l'Italie et l'Espagne. Nous ne pouvons pas refermer ce volet historique sans signaler, ce qui est probablement, le premier témoignage de navigation fluvio-maritime sur le Rhône. L'existence d'un bureau de douane à Lyon qui peut sembler faire double emploi avec celui d'Arles, laisse supposer que certaines marchandises venaient directement de Méditerranée jusqu'à Lyon sans subir de contrôle douanier dans la cité arlésienne. La remontée du Rhône par certains petits caboteurs maritimes semble ici concevable.

---

<sup>5</sup> Ed Haenel, dans *Corpus legum ante iustinianum latorum*, Leipzig 1857 p238 sq.

<sup>6</sup> Anson., l.c ; cf. Epist. XXIII, 81-82 : ... *utque duplex Arelas Alpinae tecta Viennae Narbonemque pari spatio sibi consuit...*

## ***Le contrat de Tricastin, la navigation fluvio-maritime moderne.***

Après avoir contribué au commerce de certaines cités rhodaniennes, le fluvio-maritime a connu une période « tourmentée ». Délaissée au profit de la route, du chemin de fer ou même du fluvial, l'activité fluvio-maritime redémarre sur le Rhône à la fin du XX<sup>ème</sup> avec le contrat de Tricastin. Des navires fluvio-maritimes de 3<sup>ème</sup> génération (suite aux avancées apportées par le capitaine G. Wessels) commencent à fréquenter le Rhône. Le premier voyage d'un caboteur moderne sur le Rhône date de 1977. L'arrivée de navires fluvio-maritimes de 3<sup>ème</sup> génération résulte de la conjonction de deux éléments : la mise à grand gabarit du Rhône (achevée le 21 mars 1980) et la construction de l'usine de Tricastin nécessitant l'acheminement de pièces lourdes et fragiles. Le voyage inaugural (1<sup>er</sup> juin 1977) est un voyage de faisabilité pour s'assurer de la possibilité d'acheminer des colis pondéreux par voie maritime jusqu'au chantier de l'usine Eurodif de Pierrelatte, communément appelée usine de Tricastin.

La décision prise par la France, la Belgique l'Italie et l'Espagne de construire une usine d'enrichissement d'uranium a provoqué une demande de transports exceptionnels. Il s'agissait d'acheminer des masses lourdes, encombrantes et indivisibles depuis les côtes espagnoles et italiennes. Le choix du mode de transport s'est alors porté sur le fluvio-maritime. La suppression de ruptures de charge a été décisive. L'offre d'une cale unique, rectangulaire et de bonne dimension a aussi constitué un critère de sélection. Les pièces expédiées depuis l'Espagne ou l'Italie s'affranchissaient d'un transbordement coûteux et « périlleux » au Port Autonome de Marseille. Elles étaient directement débarquées à Pierrelatte. Un autre avantage était la possibilité de transporter en une seule fois une dizaine de pièces, soit 280 tonnes en moyenne par voyage. La signature du contrat de Tricastin a permis de fixer certains navires fluvio-maritimes sur le Rhône pendant trois années.

Entre le second semestre 1978 (démarrage des travaux) et le premier semestre 1981, les navires fluvio-maritimes ont acheminé 58.000 tonnes de pièces en 210 voyages sans

incident. Le respect des termes du contrat a été une vitrine du fluvio-maritime, démontrant auprès des chargeurs de la région la fiabilité et la qualité d'un mode de transport méconnu.

Le contrat Tricastin garantissait les trafics à l'import. Pour les échanges à l'export rien n'était prévu. C'est donc à vide que les navires descendaient le Rhône pour gagner les sites de production – d'approvisionnement – italiens ou espagnols. Les armateurs libres d'agir pour les flux à destination de la Méditerranée se sont alors mis à la recherche de trafics pour équilibrer les voyages d'importation sur le Rhône. Les intérêts respectifs des chargeurs-exportateurs de céréales et ceux des armateurs se sont rejoints. Les grands céréaliers étaient face à la saturation de la gare ferroviaire de Modane : infrastructure insuffisante pour absorber l'augmentation des envois sur l'Italie : manque de fiabilité des opérateurs ferroviaires (SNCF et les Ferrovie dello Stato), tarifs peu compétitifs.

Les céréaliers ont par conséquent recherché de nouvelles solutions de transport et de nouveaux clients. Ils se sont alors tournés vers le maritime. Lui aussi était confronté à certaines difficultés, dont le passage portuaire à Marseille. Le fluvio-maritime a su démontrer son potentiel et attirer de nouveaux chargeurs. Les premiers voyages fluvio-maritimes dans le sens Rhône-Alpes – Italie ont démarré pour la campagne céréalière 1978-1979. Les fluvio-maritimes ont progressivement pris des parts de marché au ferroviaire jusqu'à se spécialiser dans le trafic de céréales. En 2002 les produits agricoles représentaient environ 50% de l'activité fluvio-maritime sur le bassin Rhône-Saône avec plus de 350.000 tonnes. En 2005 la part des céréales s'est réduite en pourcentage, environ 45% du trafic. Elle augmente cependant en volume avec plus de 380.000 tonnes transportées.

Le développement des frets agricoles s'est accompagné d'une diversification des trafics fluvio-maritimes. En 1979, débutent des importations de phosphates et d'engrais pour les sites provençaux de production d'engrais. Quelques voyages de ferro-nickel sont réalisés entre la Grèce et l'Ardoise (Gard). En 1980, la diversification des trafics se poursuit avec des importations de bentonite depuis la Sardaigne sur le port de Valence (Drôme) et de produits sidérurgiques italiens à Lyon.

Le tableau ci-dessous reprend l'évolution du trafic fluvio-maritime depuis son « apparition » sur Rhône-Saône à nos jours.

**Tableau 2 : Les trafics fluvio-maritimes sur Rhône-Saône de 1977 à 2005.**

	<b>Nb voyages</b>	<b>tonnage</b>
<b>1977</b>	13	14 000
<b>1978</b>	45	20 000
<b>1979</b>	144	110 000
<b>1980</b>	235	226 000
<b>1981</b>	209	218 000
<b>2002</b>	548	710 000
<b>2005</b>	544	854 000

Source : Office National de la Navigation<sup>7</sup> – Voies Navigables de France

Nous aborderons plus en détail l'analyse des trafics fluvio-maritimes dans une section suivante.

L'arrivée de navires fluvio-maritimes avec l'accomplissement du contrat Tricastin a fait émerger sur le bassin Rhône-Saône une nouvelle offre. Ce nouvel outil de transport a dans une certaine mesure, pour reprendre la formule de J-B Say, « *créé sa propre demande* ». Le fluvio-maritime a su cristalliser certains trafics (céréales). À partir de cette base il a été en mesure d'élargir sa zone de marché. Sa progression sur Rhône-Saône est spectaculaire. Le trafic total a été multiplié par plus de 60 entre 1977 et 2005. Il reste néanmoins un mode de transport encore méconnu et marginal. Il est en deçà des performances du fluvial et ses 6,7 millions de tonnes en 2005 sur Rhône-Saône. Son évolution est par ailleurs plus contrastée depuis 2002 enregistrant des fluctuations de trafics.

---

<sup>7</sup> en 1991 l'ONN a été remplacé par VNF.

## ***Marseille un port à contourner ?***

Le développement récent du fluvio-maritime s'appuie sur plusieurs atouts : limitation du nombre de ruptures de charge et amélioration de la traçabilité des produits. L'essor du fluvio-maritime, aussi bien en Seine que sur Rhône-Saône, s'explique également par le coût des manutentions maritimes et le manque de fiabilité de certains ports assurant l'interface entre fluvial et maritime.

L'intervention d'ouvriers dockers dans les ports maritimes contribue à accroître le coût du passage portuaire. Ces manutentionnaires jouissent d'un quasi-monopole pour le chargement / déchargement des marchandises dans le domaine public portuaire :

*« [...] les opérations de chargement et de déchargement des navires et des bateaux aux postes publics sont [...] effectuées par des ouvriers dockers [...]. Il en est de même des opérations effectuées dans des lieux à usage public (terre-pleins, hangars ou entrepôts) situés à l'intérieur des limites du domaine public maritime, et portant sur des marchandises en provenance ou à destination de la voie maritime. »*

Code des ports maritimes (Partie Réglementaire - Décrets en Conseil d'État) - Article R511-2.  
(cf. annexe 3, article complet)

L'absence de dockers dans les ports fluviaux rend ces plates-formes très intéressantes pour les chargeurs, qui plus est, lorsque la marchandise est en provenance ou à destination directe de la voie maritime (fluvio-maritime). Le statut du personnel des ports fluviaux est au cœur de leur compétitivité. Les ports fluviaux ont construit un argumentaire autour de trois axes : faible coût de manutention, réactivité et flexibilité. Ils offrent des surfaces de stockage (temporaires ou permanentes) à des tarifs attractifs. Ils cherchent à valoriser la rupture de charge en transformant le surcoût financier en avantage économique.

Ils souffrent cependant de quelques handicaps. La modestie de la demande qui leur est adressée crée une certaine rigidité : problème de gestion des pics et des creux d'activité. Ainsi il n'est pas toujours aisé d'obtenir un travail le week-end ou en heures supplémentaires. Les ports fluviaux restent toutefois des interlocuteurs flexibles pour lesquels tout est

négociable. L'apparition d'un besoin nouveau de manutention ne constitue pas un élément bloquant.

Outre des conditions sociales différentes dont profitent les plates-formes fluviales, le fluvio-maritime sur Rhône-Saône a été quelque peu favorisé par le passé du port de Marseille. Le Port Autonome de Marseille souffre encore aujourd'hui d'une réputation « sulfureuse ». Les mouvements sociaux du début des années 90 et ceux plus récents n'y sont pas étrangers.

Des années 60 jusqu'aux années 80, l'activité portuaire de Marseille est tirée par les Trente Glorieuses avec notamment l'aménagement des bassins Ouest (Fos sur Mer). Cette évolution et la rationalisation du métier de manutentionnaire profitent aux dockers avec de nettes revalorisations salariales. Les effets de la mécanisation divisent le nombre de dockers par 3 en moins d'une quarantaine d'années. De 7.000 après la seconde guerre mondiale ils passent à 2.300 en 1980. Les engins de manutentions (chariots élévateurs, grues...) se substituent aux hommes. Les gains de productivité sont considérables. Un seul *clark* déplace autant de marchandises qu'une vingtaine de dockers. Les navires *ro-ro* et leur manutention horizontale et le développement du conteneur révolutionnent le monde maritime. Nous entrons dans l'ère du port sans bâti, les docks et les hangars sont remplacés par d'immenses surfaces asphaltées.

Le contexte économique modifie les revendications et les mentalités. Les mouvements sociaux des dockers portent sur la revalorisation des salaires. Au printemps 1968, ils obtiennent une augmentation de 17% des salaires de base et un accroissement de 10% des primes. Les revendications sociales visent à améliorer les conditions de travail.

L'issue des conflits est souvent favorable aux « chiens des quais ». Armateurs et acconiers ne veulent pas d'interruption prolongée des rotations de navires. En 1969, les salaires augmentent de 9% ; en 1975 ils font un bond de 25% et la durée journalière de travail est fixée à 6h40. Tous ces acquis pèsent sur les coûts de passages portuaires. Tous les acteurs s'accordent néanmoins sur le principe « *la marchandise paie* ». Les augmentations de salaires accordées se répercutent immédiatement sur les tarifs de la manutention qui atteignent des sommets, faisant de Marseille l'un des ports les plus chers d'Europe. Pour l'économie alors en phase de croissance, les tarifs de manutentions restent faiblement contraignants.

La fin des Trente Glorieuses et les crises économiques qui succèdent affectent la place marseillaise. La compétitivité du port est mise à mal, de nombreux chargeurs lui préférant Gênes ou Barcelone. La marchandise n'accepte plus de payer le prix fort. Le port est soumis à de nombreux conflits sociaux jusqu'au point dur de la réforme de 1992.

En mars 1982, le Premier Ministre, Pierre Mauroy signe une ordonnance favorisant le départ des dockers en préretraite à partir de 55 ans, avec garantie de salaire. En 1987 après une quarantaine de jours de grèves, un accord est conclu entre syndicats et patronat. Les hommes peuvent partir à 55 ans moyennant le versement de la somme de 200.000 FF (environ 30.000 euros).

Les mutations technologiques affaiblissent l'emploi docker. Le taux de chômage des ouvriers dockers s'accroît jusqu'à déséquilibrer le fonds national de garantie contre le chômage des dockers. Depuis la loi de 1947, cette caisse est alimentée par une cotisation payée par tous les acconiers, équivalant à 6% des tarifs de manutention. Les charges supplémentaires pénalisent la compétitivité du secteur et par effet dominos le port lui-même. S'ensuit alors le plan Drian en 1991. Le départ des dockers est facilité : la prime au départ est de 500.000 FF (plus de 75.000 euros) et l'âge de la préretraite est abaissé à 48 ans. Le plan de restructuration propose la mensualisation des ouvriers dockers.

Ce plan est rejeté par l'ensemble de la profession qui craint de voir disparaître un collectif auquel les dockers s'identifient et de devenir des ouvriers isolés. Les ports maritimes français sont bloqués par des mouvements de grève parmi lesquels Marseille se distingue. La loi définitive est adoptée en mai 1992, alors que tous les autres protagonistes nationaux acceptent la nouvelle législation, seuls les dockers marseillais continuent le mouvement. Ce n'est qu'en 1993 que les négociations aboutissent. L'année 1992 est celle d'un regain pour les trafics fluvio-maritimes. Le trafic augmente de plus de 55% passant de 300.000 tonnes à près de 470.000 tonnes.

Marseille est devenu pour certains acteurs un port à contourner. L'impact de la réforme portuaire sur les trafics fluvio-maritimes de Rhône-Saône est à nuancer en raison d'un aménagement de la voie d'eau sur la section entre Arles et la mer (déroctage du seuil de Terrin) initié la même année.

En septembre 1991 le déroctage du seuil de Terrin et la mise en eau profonde du port d'Arles ont bouleversé le paysage fluvio-maritime sur Rhône-Saône. Des navires jaugeant plus de 3.000 tpl peuvent désormais desservir l'ancienne cité romaine. La plate-forme arlésienne a vu son tonnage progresser de 78.000 tonnes entre 1991 et 1992. L'amélioration des accès nautiques du bas Rhône a permis d'accélérer le mouvement de report des trafics maritimes vers l'amont. Le port fluvial d'Arles est devenu un petit port maritime avec un rôle important dans la stratégie d'évitement de la plate-forme marseillaise. Arles se présente aujourd'hui comme une plate-forme quadri-modale (fer, mer, route et fleuve) capable d'accueillir des navires jusqu'à 3.000 tonnes.

La progression du fluvio-maritime sur le bassin Rhône-Saône au début des années 90 semble en partie liée à la « défaillance » du port marseillais avec l'apparition d'une stratégie d'évitement du port phocéén. Toutefois, la présence des fluvio-maritimes sur le bassin relève également d'aspects historiques et contractuels. La question de la complémentarité et/ou de la concurrence entre fluvio-maritime et maritime reste posée. Elle sera l'objet de notre seconde partie.

## ***La CNR : l'aménageur du Rhône.***

Le Rhône n'aurait pas pu devenir maritime et l'arrivée des fluvio-maritimes sur le bassin n'aurait pas été possible sans les travaux d'aménagement de la CNR.

La Compagnie Nationale du Rhône a été créée à Lyon en 1933. Cette création fait suite à la triple volonté de la loi du 27 mai 1921 qui prévoyait un programme d'aménagement du Rhône de la frontière Suisse à la mer afin d'exploiter au mieux le fleuve pour les besoins suivants :

- ✓ Production d'électricité.
- ✓ Navigation.
- ✓ Irrigation (agricole).

En 1934 la CNR reçoit la concession des travaux d'aménagement du Rhône et de leur exploitation jusqu'en 2023. Depuis lors, la CNR a exploité et réalisé en collaboration avec EDF, sur le Rhône et sa vallée, 18 aménagements dits à « buts multiples » (barrage-usine hydraulique, écluse) fournissant 16 milliards de kWh par an et ayant permis la création d'une voie navigable moderne à grand gabarit de 330 km de long entre Lyon et la mer, la protection de 44.000 ha contre les crues et l'irrigation de 120.000 ha de terres agricoles.

La CNR est aujourd'hui le second producteur d'électricité de France avec 3% de la production française et 23% de la production hydroélectrique de l'hexagone. Elle s'est organisée autour de 4 métiers. Les éléments repris ci-dessous sont issus d'un dossier de presse de la CNR datant de mai 2002.

**× *Production – Navigation :***

Cette activité couvre 3 missions, production d'électricité, navigation et irrigation.

L'aménagement du fleuve a débuté en 1950 pour s'achever le 21 mars 1980 avec la mise en service du barrage de Vaugris, permettant au Rhône d'être navigable à grand gabarit sur une longueur de 330 km.

Cependant, l'échelonnement des travaux d'aménagement sur 30 ans pose problème quant à l'entretien et l'exploitation de la voie navigable. Puisqu'une trentaine d'année sépare la conception de la première et de la dernière écluse, les caractéristiques des ouvrages varient ; chacun bénéficiant des avancées technologiques de son temps. Le parc d'écluses n'est pas parfaitement homogène ; chaque barrage est « unique ». Ceci génère des surcoûts d'exploitation. D'importants moyens humains sont à mobiliser en cas de problèmes. L'hétérogénéité de l'infrastructure ne permet pas de dégager facilement des effets d'apprentissage. La gestion se fait au cas par cas. La rénovation et la modernisation de l'infrastructure ne sont pas facilitées, chaque bief ayant un mode de fonctionnement différent d'un autre.

**× *Ingénierie – Technique :***

La première mission de ce service consistait à étudier/concevoir et construire les aménagements CNR sur le Rhône. L'achèvement et l'expérience acquise durant la phase des grands chantiers du Rhône, ont conduit la CNR à commercialiser son savoir-faire. Elle

s'oriente vers une fonction de maître d'œuvre et offre toute une palette de compétences de l'étude sommaire de projets jusqu'aux aménagements fluviaux « clés en mains ». En 2006, la CNR a conclu un contrat d'assistance technique avec l'Autorité du Canal de Panama pour l'optimisation du système d'alimentation hydraulique des futures écluses du canal de Panama en vue de son élargissement.

**× *Le Développement :***

La CNR est concessionnaire d'un territoire important en bordure du Rhône. A ce titre elle tente de valoriser et d'optimiser le patrimoine qui lui a été confié. Elle a réalisé dans cette optique une trentaine de sites industriels et portuaires qui accueillent des entreprises susceptibles d'utiliser la voie d'eau. De nombreux sites sont tri voire quadri-modaux, ils offrent des connexions ferroviaires et/ou (auto)routières en plus d'un accès au fleuve. En plus d'offrir un accès à l'intermodalité, la CNR a développé une politique tarifaire attractive à l'intention des entreprises privilégiant la voie d'eau. La CNR participe également à la promotion du transport fluvial aux côtés de VNF.

**× *Valorisation de l'énergie :***

Commercialisation de l'électricité auprès des grossistes, des régies, des bourses d'électricité.

La juxtaposition de différents métiers au sein de la Compagnie Nationale du Rhône permet de satisfaire la triple volonté issue de la loi du 27 mai 1921 à savoir exploiter au mieux les richesses du fleuve de la frontière Suisse à la mer.

# **Le fluvio-maritime sur Rhône-Saône :** **acteurs et trafics.**

Le troisième et dernier volet de ce chapitre introductif portera sur les acteurs du fluvio-maritimes et sur la nature des trafics du bassin Rhône-Saône.

Comment est organisé le transport fluvio-maritime sur Rhône-Saône, quels types de contrat sont conclus ? Comment se compose la flotte fréquentant l'axe ? autant de questions auxquelles nous apporterons une réponse avant d'étudier la pertinence du fluvio-maritime.

## ***Organisation et acteurs.***

Le fluvio-maritime appartient à l'industrie maritime et plus particulièrement au secteur du vrac. Contrairement au secteur de transport par lignes régulières, le transport maritime de vrac n'obéit pas à des calendriers de rotations de navires préétablis. Un transport répond généralement à une demande, un besoin d'acheminement spécifique. Le transport s'effectue à la demande : *tramping*. Les navires opèrent des voyages dans le cadre de l'exécution de contrats à court ou long terme. Toute la cargaison embarquée est homogène et appartient souvent à un seul et unique propriétaire.

Le transport maritime de vracs se décompose en quatre sous-secteurs : les vracs secs (matières premières industrielles : charbon, minerai de fer, céréales, bauxite/alumine...), le pétrole, les gaz liquéfiés et les produits chimiques liquides.

Le transport de vracs se caractérise par des navires construits pour un type de marchandises et inutilisables pour d'autres. À l'inverse des porte-conteneurs qui peuvent acheminer tout type de marchandises : sous température dirigée (*reefer*), liquide (*tank*), vrac,

en lots partiel ou complet (*full container load* ou *less than container load*), les vraquiers se limitent souvent à un panel de marchandises (par exemple les céréales). Il existe en conséquence une flotte spécialisée pour chaque type de cargaison (céréalières, minéraliers, pétroliers ou gaziers). L'offre de transport et les taux de fret ne sont pas déterminés par l'ensemble des navires de vrac, mais par l'offre de navires spécialisés.

Le marché du transport de vracs maritimes est un environnement relativement ouvert et concurrentiel. Les taux de fret reflètent les évolutions du marché et les pressions respectives de l'offre et de la demande. Toutefois, à l'image du secteur de la ligne régulière des groupements (consortium, alliance) de transporteurs peuvent se constituer. Ces groupements, appelés *pools*, ont habituellement une durée de vie assez brève et ne parviennent pas à orienter ou contrôler le marché.

Dans le cadre d'un *pool*, les compagnies maritimes peuvent partager les profits et les pertes réalisés par leurs flottes respectives. Nous pouvons citer en exemples : les *pools* regroupant les intérêts norvégiens, chinois ou russes.

Les accords de *pool* visent à :

- Exercer un plus grand contrôle sur le marché et améliorer les profits grâce à une négociation commune face aux affréteurs ;
- Accroître la possibilité d'être en position dominante sur un marché donné, et/ou de pénétrer de nouveaux marchés en maîtrisant l'expérience ou les contacts commerciaux des autres compagnies membres (l'équivalent dans le transport maritime de lignes régulières des alliances stratégiques) ;
- Disposer d'une plus grande flexibilité : échange de navires entre membres d'un *pool* ; ceci peut permettre à un membre de tirer parti des possibilités d'affrètement qu'il n'aurait pas pu saisir s'il avait dû repositionner ses navires pour enlever une cargaison donnée ;
- Doter les membres du *pool* de pouvoirs de négociation accrus pour passer commande de navires neufs : obtenir des conditions de prix plus favorables auprès des chantiers navals.

Malgré l'existence d'accords de coopération (de portée minimale), la structure du secteur des vracs compte un grand nombre de petits armateurs ne possédant qu'une « poignée » de navires, contrairement au transport de lignes régulières dominé par un nombre restreint de grandes sociétés d'armement. Il découle de cette organisation trois grandes particularités :

- ↳ Une concurrence intense pour les cargaisons qui conduit à des taux de fret compétitifs.
- ↳ Des possibilités limitées d'actions concertées entre armateurs en vue d'éliminer ou de contrôler le tonnage afin d'adopter une stratégie de soutien des taux de fret (absence de conférences). La portée des *pools* est limitée.
- ↳ Une politique draconienne en matière de coûts d'exploitation (rester compétitif parfois au prix de conséquences humaines et environnementales). Ces pratiques peuvent se solder par un certain manque de lisibilité en matière de renouvellement de la flotte (démolition/construction).

Le marché des vracs est également caractérisé par une certaine instabilité. Les différents marchés des matières premières sont relativement volatils. Les taux de fret suivent cette évolution. Un accroissement du prix de l'acier se traduira par la constitution de stocks. Le nombre d'approvisionnements progressera créant des tensions sur le marché de transport.

Nous retrouvons dans le transport fluvio-maritime ces caractéristiques. Sur Rhône-Saône les navires fluvio-maritimes répondent à des demandes de transport spontanées : *tramping*. Les unités se positionnent principalement sur les vracs solides : minerais, céréales, engrais... Elles acheminent / vont chercher la marchandise au plus près de sa destination / son origine tout en limitant le nombre de manutentions. Les frets sont déterminés par les ports desservis, la marchandise transportée (il est plus coûteux de transporter des colis lourds que des céréales) et la flotte disponible. Au départ de Rhône-Saône la desserte de la partie Ouest du bassin méditerranéen (Italie du Sud, Maghreb), s'effectue principalement à des taux oscillant entre 20 et 30 euros par tonne.

Les armements<sup>8</sup> présents sur Rhône-Saône sont représentés par quelques consignataires ou agents fluvio-maritimes<sup>9</sup>. Ces agents représentent dans le port l'armateur ou l'affréteur du navire. Leurs compétences sont relativement vastes. Ils organisent l'escale dans ses moindres détails, délivrent la marchandise et assistent le capitaine. Ils s'assurent également que le navire, dont ils ont la charge, soit en conformité avec les diverses réglementations maritimes. En raison de la particularité du fluvio-maritime, leur domaine de compétences s'élargit à la navigation fluviale. Par conséquent en plus du respect des règles maritimes, ils veillent à ce que les navires soient en conformité avec les règles de navigation intérieure. Ces agents ont parfois une double casquette, ils sont également courtier d'affrètement. Les courtiers en affrètement se chargent de recruter le fret. Ce sont des intermédiaires qui mettent en relation chargeurs et transporteurs en vue de la conclusion d'un contrat de transport maritime ou fluvio-maritime.

Les affrètements de navires peuvent s'effectuer **à temps ou prompts** : mise à disposition du navire pour un seul et unique voyage. L'armateur garde la responsabilité de la gestion nautique (recrutement de l'équipage, entretien, assurance...) et commerciale (routage) du bâtiment. Le taux de fret dépend du marché au moment de l'affrètement. Nous pouvons également parler de **contrat au voyage**.

Le chargeur a également la possibilité de conclure des **contrats au tonnage**. Le transporteur s'engage à acheminer pendant une période fixée un tonnage déterminé, moyennant un prix à la tonne librement débattu entre les deux parties. Cette formule présente l'avantage de garantir des taux de fret constants quelle que soit l'évolution du marché. Si ce dernier est à la hausse l'accord est à l'avantage du chargeur (il ne subit pas la montée des frets) et au détriment de l'armateur (qui ne profite pas de la montée des prix) ; et inversement lorsque la tendance du marché est à la baisse.

Les armateurs ont tendance à privilégier les contrats au tonnage. Ces derniers leur assurent un fond de cale nécessaire à l'exploitation de leur(s) navire(s). A l'image d'un filet

---

<sup>8</sup> West Trade, Maritramp, Seaway, Arpa shipping pour ne citer que les plus récurrents sur le bassin.

<sup>9</sup> Il s'agit de consignataires et non d'agents. Toutefois, dans le jargon fluvial du bassin Rhône-Saône, ils sont désignés sous l'appellation d'agents. Dans un souci de lisibilité nous retiendrons la désignation d'agents, bien qu'elle ne soit pas correcte.

de sécurité, l'embarcation est assurée d'un certain niveau d'activité au cours d'une période donnée. Ainsi, les armateurs cherchent à se couvrir contre une partie des risques d'exploitation en s'engageant dans des contrats au tonnage tout en conservant une certaine marge de liberté, pour répondre à des contrats au voyage ou spot.

Sur Rhône-Saône, le fluvio-maritime se positionne exclusivement sur le transport de vrac secs (céréales, produits métallurgiques, colis lourds...). Les logistiques peuvent s'effectuer dans des logiques de contrats à la demande (*spot*) en répondant à des besoins précis ou dans le cadre de contrats au tonnage (transport de céréales). L'expérience de la ligne régulière conteneurisée a été tentée. Toutes les tentatives se sont cependant soldées par des échecs. Ces revers n'ont pas tous les mêmes origines : concurrence d'armements maritimes ; concurrence de la route, plus flexible et plus rapide ; méconnaissance ou méfiance des opérateurs de transports terrestres vis-à-vis du transport (fluvio-)maritime (d'où une période attentiste pendant la phase de lancement, souvent fatale aux lignes nouvelles). Le nouveau service doit faire ses preuves, démontrer sa fiabilité et sa pérennité.

Nous aborderons plus loin la question des lignes régulières fluvio-maritimes au départ du couloir rhodanien.

## ***Cale et trafics fluvio-maritimes.***

Les navires fluvio-maritimes sont des navires de mer adaptés à la navigation intérieure. À l'image d'une boîte à chaussure, ils sont équipés d'une cale parfaitement rectangulaire ou *box shaped*. L'ouverture des écoutilles a la même dimension que la surface du plancher (cf. annexe 1, représentation d'une cale fluvio-maritime et annexe 2 reprenant les caractéristiques d'un navire fréquentant régulièrement les eaux de Rhône-Saône). Cette large ouverture facilite la manutention et s'adapte à tout type de marchandises (conteneurs, vrac, colis lourds). La forme rectangulaire de la cale minimise la perte de place. Certains navires sont même équipés de cloisons verticales mobiles permettant de séparer la cale en plusieurs volumes distincts.

En 2005, 544 voyages fluvio-maritimes ont été réalisés à destination ou en provenance du bassin Rhône-Saône. Ces voyages ont été opérés par une flotte composée d'une quarantaine de navires ayant touché au moins une fois un port du bassin. Parmi cette flotte de 40 navires, nous comptons 15 navires captifs. Par flotte captive nous entendons les navires fréquentant régulièrement les eaux du bassin c'est-à-dire ayant effectué au minimum 15 touchés (voyages) du bassin en une année.

Ces 15 navires ont traité environ 80% des échanges du bassin, soit plus de 685.000 tonnes pour un trafic total de 855.000 tonnes. Le tonnage moyen acheminé par l'ensemble de ces navires dépasse 1.500 tonnes, pour une distance moyenne parcourue sur le fleuve proche de 220 kilomètres.

La taille des navires oscille entre 85 et 100 mètres de long (pour les plus gros) pour une largeur inférieure à 12 mètres (respect du gabarit fluvial). Les capacités de chargement sont comprises entre 1.500 et plus de 3.000 tonnes. Les dimensions moyennes d'une cale sont : 80 mètres de long par 9 mètres de large et 6 mètres de creux.

L'infrastructure fluviale limite les capacités de chargement. Le tableau ci-dessous reprend les capacités moyennes d'emport des navires fluvio-maritimes selon le segment de voie d'eau qu'ils empruntent.

Les contraintes de tirant d'eau et de tirant d'air interdisent le chargement de certains navires au maximum de leurs capacités sur l'ensemble de l'axe Rhône-Saône. Le port fluvial d'Arles peut accueillir des navires jaugeant plus de 3.000 tonnes de port en lourd (tpl). Entre Arles et Lyon des navires jusqu'à 2.000 tonnes de port en lourd peuvent être traités.

**Tableau 3 : Capacités d'emport des navires fluvio-maritimes selon les caractéristiques de la voie d'eau.**

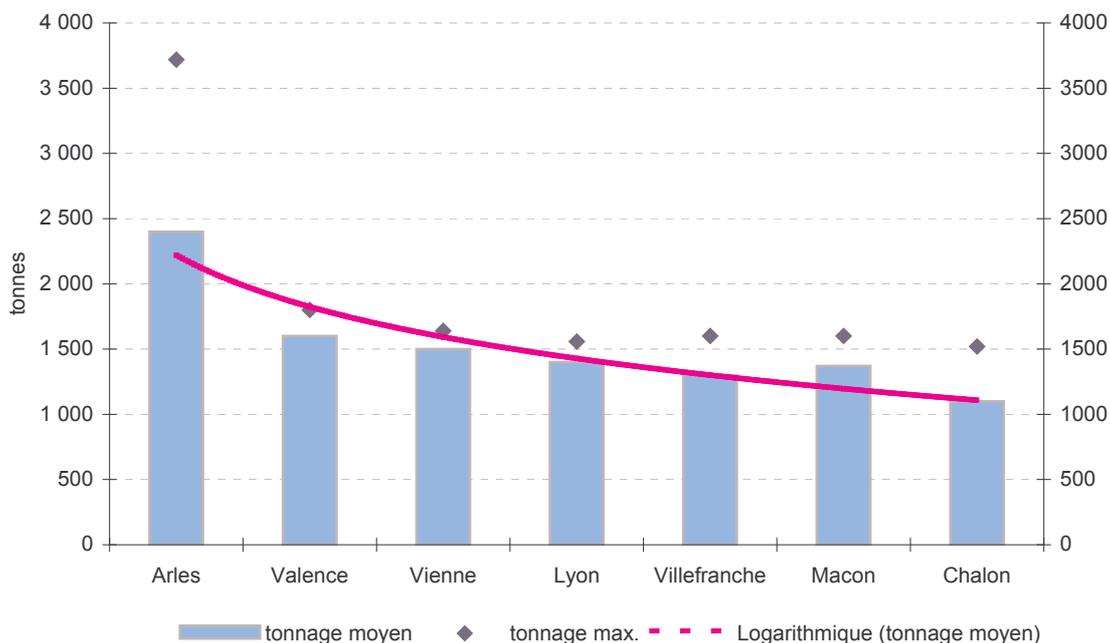
<i>Voie d'eau</i>	<i>Longueur utile des écluses</i>	<i>Largeur utile des écluses</i>	<i>Mouillage disponible</i>	<i>Hauteur libre sous ouvrage (PHEN)</i>	<i>Capacités d'emport des navires fluvio-maritimes (en tonnes)</i>
<b>SAÔNE</b>	185 m	12 m	3,50 m	4,90 m	<b>1 000 &lt; 1 500</b>
<b>RHÔNE</b>					
<i>De Lyon à Arles</i>	190 m	12 m	3 m (garantis par la CNR)	6,30 m	<b>1 500 &lt; 2 000</b>
<i>D'Arles à Port Saint Louis</i>	190 m	12 m	4,25 m	7,88 m	<b>2 000 &lt; 3 000</b>
<i>De Port Saint Louis à la mer</i>	135 m	19m	5,50 m	-	

PHEN : Plus Hautes Eaux Navigables

Sur la Saône le port en lourd des navires fluvio-maritimes est d'environ 1.500 tonnes.

Le graphique ci-dessous reprend pour 2005 et pour différents ports de Rhône-Saône le tonnage moyen transporté par fluvio-maritime. N'ayant pu obtenir les statistiques pour l'année 2006, nous traiterons les trafics 2005. Ce tonnage moyen est calculé hors marchandises diverses. Ce poste comprend des colis lourds et pièces volumineuses dont le poids est relativement faible en comparaison avec les autres trafics. Le graphique indique également le poids de la cargaison la plus lourde traitée dans chacun de ces ports.

**Graphique 1 : Tonnage moyen et tonnage maximum manutentionnés dans différents ports fluviaux de Rhône-Saône en 2005.**



Le tonnage moyen des navires fluvio-maritime ayant escalé à Arles en 2005 est proche de 2.500 tonnes. La cargaison la plus lourde manutentionnée par le port arlésien en 2005 dépasse les 3.700 tonnes.

En 2005, le tonnage moyen des fluvio-maritimes qui ont desservi le port de Chalon était proche de 1.000 tonnes. L'escale la plus importante représente 1.500 tonnes.

À mesure que les navires fluvio-maritimes remontent le fleuve, le tonnage moyen se réduit (cf. courbe de tendance du graphique). Il en est de même pour le tonnage maximum traité. L'infrastructure peut être comparée à une sorte d'entonnoir.

Malgré ces contraintes, le fluvio-maritime reste très compétitif et fiable pour l'acheminement de pièces volumineuses et fragiles. Il s'affranchit facilement des gabarits routiers et ferroviaires – longueur, largeur et hauteur – offrant un grand volume de transport. La suppression d'une ou plusieurs ruptures de charge accroît sa fiabilité. Il permet également de contourner les problèmes de manutention et d'entreposage de produits (parfois dangereux) dans les ports maritimes de transbordement. Les risques de dommages causés à la marchandise lors des opérations de transbordement sont réduits. Il offre, par ailleurs, une plus grande traçabilité du produit : pas de mélange entre cargaison. Des manipulations (opération

de manutention : chargement, déchargement, transbordement) répétées des céréales détériorent la qualité des grains et altère leur traçabilité. Le grain se casse. Il en est de même pour le transport de marchandises dangereuses des manipulations répétées augmentent le facteur risque. Un autre avantage du fluvio-maritime est d'approcher la marchandise au plus près de son lieu de consommation / production. Certains chargeurs (dont des céréaliers bourguignons) sont sensibles à cet argument qualitatif.

Sur Rhône-Saône, le fluvio-maritime transporte en grande majorité des vracs solides. Le fluvio-maritime ne peut pas dans les conditions actuelles (problème de tirant d'air : franchissement des ponts) se positionner sur le transport d'UTI (Unité de Transport Intermodale : caisse mobile, conteneur). Au-delà d'Arles, les navires fluvio-maritimes perdent un tiers de leurs capacités de chargement. Les conteneurs chargés en pontée doivent être déchargés, afin que les navires puissent circuler sous les ponts. Les capacités d'emport des navires se limitent dès lors aux deux rangées (60 EVP environ) de la cale, au lieu de trois. Des lignes régulières fluvio-maritimes conteneurisées ont été opérées depuis le bassin Rhône-Saône vers la Méditerranée. Toutes ces tentatives se sont soldées par un échec (cf. partie 3). Le segment de marché du fluvio-maritime reste avant tout les vracs secs. Ce transport répond essentiellement à des demandes de transport spontanées, *i.e.* des logistiques dites de *tramping*. Un voyage correspond généralement à un chargeur, un lot homogène, et une unité de transport.

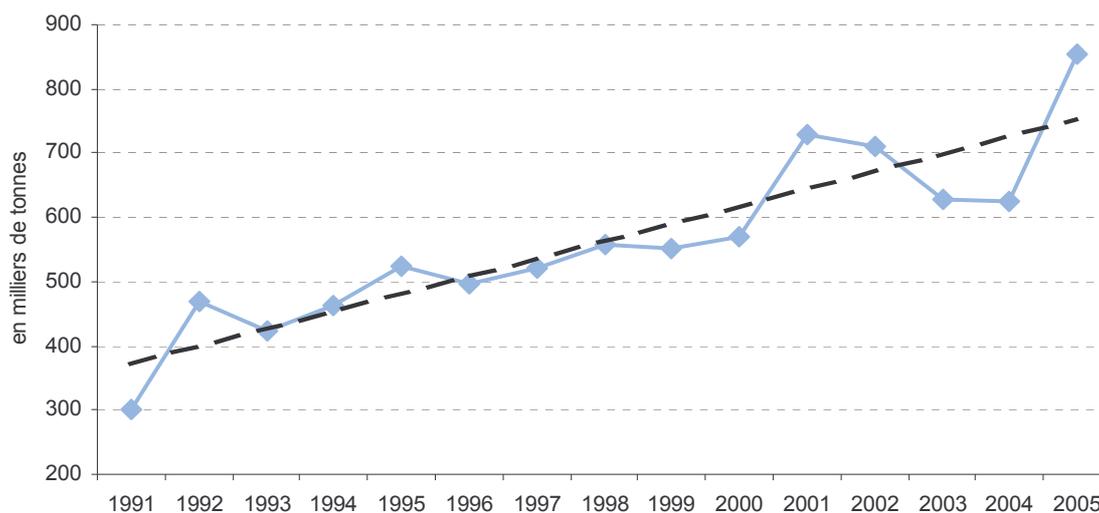
En 2005, le trafic affiche une nette progression en comparaison avec les années 2003 et 2004. Les volumes échangés atteignent près de 855.000 tonnes, établissant ainsi un record historique. Le fluvio-maritime est très présent sur les trafics de *produits agricoles* environ 385.000 tonnes en 2005 (céréales, bois...) les *minerais et déchets* et les *minéraux bruts* (sel de déneigement, ciment) environ 160.000 tonnes chacun. Ces trois chapitres comptent pour plus de 80% des flux en 2005.

L'activité fluvio-maritime sur Rhône-Saône a connu ces dernières années une évolution contrastée (cf. graphique 2) alors que le fluvial enregistrait une progression à deux chiffres.

Jusqu'en 2001 les trafics fluvio-maritimes ont progressé à un rythme régulier avant de ralentir et fléchir pour les trois années suivantes. L'année 2005 est en rupture avec ce qui a pu

être observé précédemment. Elle correspond à l'année de tous les records : record de trafic en volume et en fréquentation 544 voyages effectués contre 436 en 2004. La flotte captive (nombre de navire ayant effectué au moins 15 voyages dans l'année) s'est enrichie de 4 unités pour atteindre 15 navires.

**Graphique 2 : Évolution des trafics fluvio-maritimes entre 1991 et 2005.**

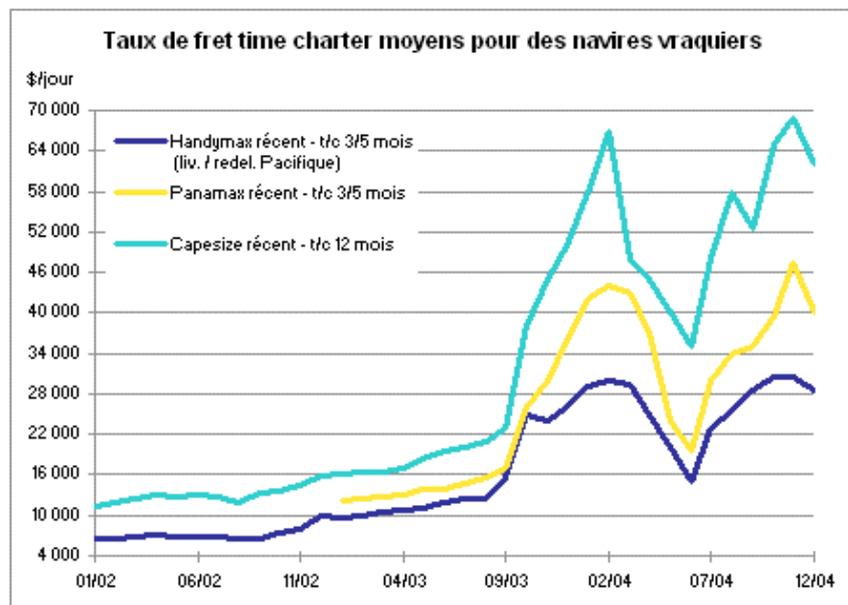


Source : VNF dir. Inter-régionale de Lyon, C. Lopez.

La baisse de trafic observée entre 2001 et 2004 fait suite à un manque de cale lié à l'envolée du marché du transport maritime de vracs secs. L'année 2003 a été pour les vracs solides et pour toutes les tailles de navires, l'année de tous les records atteignant des niveaux jamais connus auparavant. Le *Baltic Dry Index*<sup>10</sup> a été multiplié par 2,5 entre janvier et décembre 2003. Sur la grande route du minerai de fer entre le Brésil et la Chine, les taux à la tonne sont passés de moins de 7,00\$US en début d'année à 17,00\$US en milieu d'année, et plus de 33,00\$US en octobre et fin décembre 2003 (cf. graphique 3). Les taux de fret présentés ne concernent pas directement les fluvio-maritimes. Néanmoins, ils nous donnent une idée de l'orientation du marché des vracs secs auquel les fluvio-maritimes sont rattachés.

<sup>10</sup> BDI indicateur du marché de transport maritime de vrac sec. Le BDI est calculé à partir des contrats sur les frets des cargos pour les principales routes maritimes du monde. Il est décomposé en fonction des différentes tailles de cargos.

Graphique 3 : Taux de frets *time charter* moyens pour des navires vraciers.



Source : Transport maritime et construction navale, BRS revue annuelle 2005 d'après le Baltic Exchange.

L'envolée des frets maritimes découle d'un mouvement simultané de l'offre et de la demande.

× **Du côté de l'offre :**

La transition entre l'avant et l'après *Prestige* s'est déroulée de manière quelque peu brutale. La législation européenne a évolué si rapidement que les armateurs n'ont pas disposé de suffisamment de temps pour remettre leurs navires (les plus litigieux) aux normes ou passer commande de nouveaux bâtiments. L'offre de cale s'est brutalement repliée créant des tensions sur le marché. Ces tensions ont été renforcées par une forte demande de transport, entraînant les taux de fret vers les sommets. En Méditerranée, le phénomène a été accentué par le retrait de caboteurs grecs, turcs et même russes qui se sont vus interdire l'accès des ports de l'Union Européenne.

L'ensemble des moyens de transport est aussi affecté par la flambée du prix de l'énergie.

× **Du côté de la demande :**

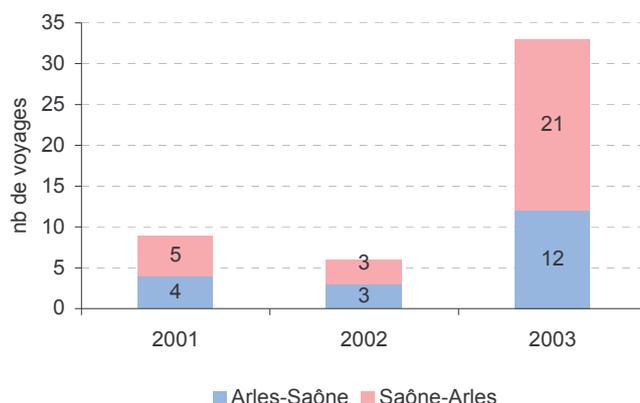
Il est possible de mentionner le rythme soutenu de la demande de matières premières au niveau mondial tirée par les besoins colossaux de la Chine en énergie et produits de base, l'émergence plus discrète de l'Inde et les performances inattendues de l'économie américaine à l'époque.

Les tensions sur les frets maritimes ont eu des répercussions sur l'activité fluvio-maritime du bassin Rhône-Saône se traduisant par un net recul des trafics entre 2002 et 2004. Les armateurs fluvio-maritimes ont eu la possibilité de choisir leurs frets (voyage). Certains armateurs ont privilégié l'option maritime plutôt qu'une exploitation fluvio-maritime. Les frets ont atteint des niveaux tels que les fluvio-maritimes, pourtant plus coûteux que des embarcations maritimes classiques de taille équivalente, étaient des solutions de transport intéressantes. Les frets maritimes couvrant les coûts d'exploitation (fixes et variables), il existait peu voire aucun intérêt à positionner les navires fluvio-maritimes sur le fleuve. Il était par ailleurs préférable de desservir Arles (proche de la mer et offrant un accès nautique important) plutôt que de remonter trop loin sur le fleuve. Les trafics se sont alors déplacés vers le Sud du bassin.

Arles est ainsi devenu une plate-forme de transbordement entre fluvial et fluvio-maritime. Faute de navires certains ports ont vu leurs trafics décliner ; au point de remettre en cause leur existence et celle d'entreprises dépendantes des trafics fluvio-maritimes. Les chargeurs, quant à eux, étaient contraints de recourir à la route avec toutes les conséquences environnementales et économiques qui en découlent.

L'année 2003 a été marquée par de nombreux reports de trafics fluvio-maritimes entre les ports de Saône et Arles. Les relations fluviales (quel que soit le sens de circulation) entre le Arles et les ports de Saône se sont multipliées (cf. graphique 4).

**Graphique 4 : Échanges par voie fluviale entre Arles et les ports de la Saône (nombre de voyages).**



Source : VNF dir. Inter-régionale de Lyon, C. Lopez.

La progression des échanges fluviaux entre la « Haute-Saône » et le bas Rhône coïncide avec un repli de l'activité fluvio-maritime sur la rivière : -20% en volume entre 2002 et 2003. Entre les premiers semestres 2003 et 2004, la fréquentation de la Saône par les navires fluvio-maritimes a chuté de 40%. Nous sommes passés de 80 voyages entre janvier et juin 2003 à seulement 48 pour la même période en 2004. Il semblerait qu'un report modal se soit effectué entre fluvio-maritime et fluvial sur la partie Nord du bassin. La marchandise est acheminée par voie fluviale jusqu'à Arles, où elle est transbordée sur de gros navires fluvio-maritimes, parfois de petits caboteurs de 3.000 tonnes.

Au manque de cale s'est ajouté le problème de vieillissement de la flotte. Aux unités fiables et performantes (*Kirsten*, *Troubadour* entre autres), qui étaient présentes sur Rhône-Saône, se sont substitués des navires vieillissant et suscitant quelques interrogations quant au respect des conditions de sécurité sur le fleuve et lors des opérations de manutention.

Les acteurs portuaires sont unanimes pour évoquer le vieillissement de la flotte fluvio-maritime. Ce vieillissement se traduit par un déclin qualitatif. Les unités fluvio-maritimes sont beaucoup plus difficiles à manutentionner. Ceci affecte la productivité portuaire : un navire a mis plus de deux heures avant de pouvoir ouvrir ses panneaux de cale et être travaillé. « L'incident » a retardé les équipes de manutention dans leur *planning* créant le mécontentement d'autres clients du port.

Les ports du bassin Rhône-Saône n'ont pas tous été affectés de la même façon par ce manque de cale fluvio-maritime.

× **Arles** :

Le trafic fluvio-maritime est un fond de commerce important du port fluvial. Une certaine détente sur les frets a été constatée depuis quelques mois après une période qualifiée de « tendue ».

Le port offre des opportunités pour des trafics conditionnés, mais s'interroge sur la capacité des armateurs à renouveler leur flotte.

× **Vienne-Sud-Salaise** :

Le port ne traite que du vrac : exportations de céréales et importation de bauxite.

Ses exploitants ressentent quelques difficultés à intéresser les chargeurs à l'option fluvio-maritime. La taille des lots à expédier est souvent trop petite en comparaison avec la cale offerte par les navires.

Les solutions de groupage / dégroupage proposées par le service régulier fonctionnant au départ d'Arles peuvent à la fois pérenniser l'activité portuaire et faciliter la recherche de frets pour l'armateur (cf. sections suivantes).

× **Valence** :

Suite à la perte de trafic de bois et à un manque de cale, le port et certains de ses clients (trafic de bentonite) se sont retrouvés en difficulté (remise en cause de l'activité). L'année 2005 a été marquée par un retour à la normale et le port affiche une croissance de ses trafics fluvio-maritimes. Toutefois le vieillissement de la flotte suscite de vives inquiétudes et laisse perplexe quant à l'avenir (crainte d'un retour à la situation antérieure faute d'un renouvellement de flotte).

× **Lyon** :

La capacité de chargement des navires est souvent jugée trop faible. De plus, la situation géographique du port (à proximité du centre-ville) constitue un frein à la croissance des trafics de vracs. Il paraît difficile d'acheminer des céréales au centre de Lyon par voie routière pour ensuite les transborder sur des fluvio-maritimes. C'est pourquoi, le port n'envisage aucune embellie importante du fluvio-maritime.

Néanmoins, pour l'acheminement de colis lourds, le fluvio-maritime offre une solution de transport intéressante (réduction du nombre de ruptures de charge, fiabilité, sécurité des acheminements...). Cependant ce segment de marché reste soumis aux problèmes de manutention à destination. Les ports desservis ne sont pas toujours équipés de portiques à colis lourds. Les chargeurs sont parfois dans l'obligation d'avoir recours à des navires (maritimes) grées.

**\* Aproport<sup>11</sup> :**

Le trafic fluvio-maritime affiche une nette progression en 2005 (+28%) en raison de la bonne campagne céréalière 2004-2005. La conjoncture reste malgré tout précaire du fait du vieillissement de la flotte et de sa capacité de renouvellement.

Le port regrette un manque de circulation de l'information avec les transporteurs. Un fret aller permet de fixer un fret retour et inversement. Le port estime qu'il n'est informé que trop tardivement de l'arrivée ou du départ de navires. Ceci ne lui laisse pas le temps de trouver du fret pour le trajet à vide des navires, lorsqu'un parcours à vide est effectué.

Après des niveaux historiques atteints en 2001, le fluvio-maritime a enregistré un net recul de son activité en 2003 et 2004 avant de repartir à la hausse en 2005. Ce repli a fait suite à la conjonction de deux phénomènes : d'une part, l'envolée des frets maritimes a favorisé un transfert des navires fluvio-maritimes vers la Méditerranée ou d'autres bassins plus rémunérateurs ; d'autre part, la canicule de l'été 2003 a entraîné une diminution sensible des récoltes pénalisant l'activité fluvio-maritime fortement impliquée dans l'exportation de céréales vers le bassin méditerranéen. En 2003, l'ONIC a annoncé une baisse des récoltes comprise entre -20% et -30% par rapport à la campagne précédente. Les trafics fluvio-maritimes de produits agricoles ont enregistré une baisse proportionnelle à la perte de récolte soit -25% entre 2002 et 2003.

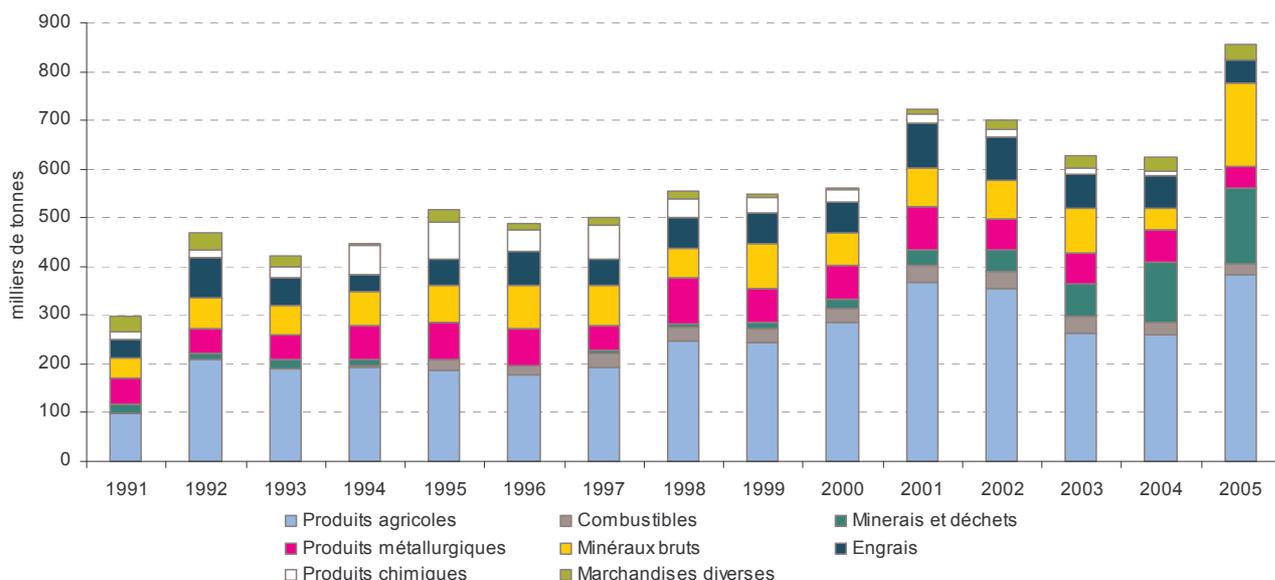
L'année 2005 marque une reprise des trafics, suite à la bonne campagne céréalière 2004-2005. Le trafic affiche un taux de croissance de plus de 30% par rapport à 2004 avec près de

---

<sup>11</sup> Entité formée des ports de Chalon et de Mâcon.

855.000 tonnes échangées. Le graphique ci-dessous montre l'évolution des trafics fluvio-maritimes sur Rhône-Saône selon la nature de la marchandise.

**Graphique 5 : Les trafics fluvio-maritimes de Rhône-Saône de 1991 à 2005 selon la nature de la marchandise.**



Source : VNF dir. Inter-régionale de Lyon, C. Lopez.

La lecture de ce graphique permet d'établir plusieurs constats. L'activité fluvio-maritime est très dépendante des produits agricoles. Le coefficient de corrélation (mesure de la relation entre deux variables) entre produits agricoles et trafic total est de 0,95. Sur la période, les produits agricoles représentent plus de 40% des trafics cumulés. Le fluvio-maritime semble éprouver certaines difficultés pour attirer de nouveaux frets. La part des « autre » principaux postes de trafic (minéraux bruts, produits métallurgiques, engrais) reste quasi stable sur la période. Les minerais et déchet se distinguent par une progression importante depuis 2003.

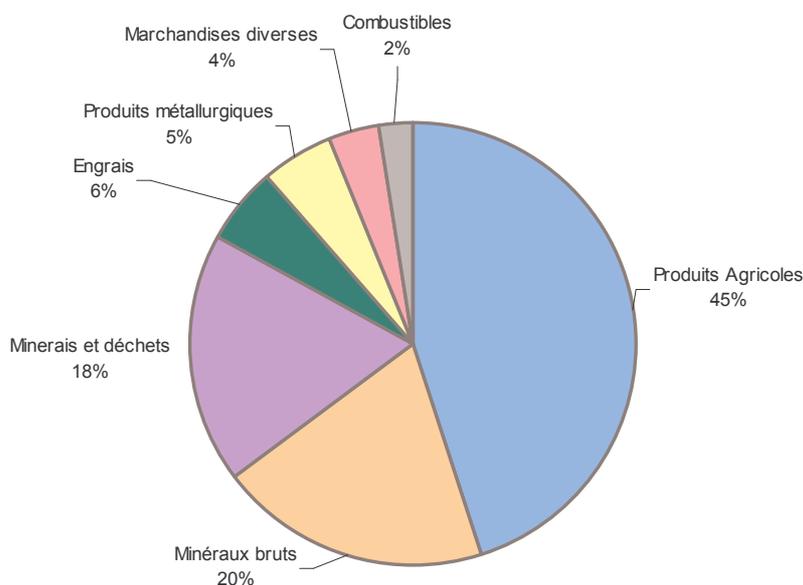
Sur la période 1991 – 2005, il est intéressant de noter le palier franchi entre 1991 et 1992 : les mouvements sociaux au port de Marseille et le déroctage du seuil de Terrin expliquent cet accroissement. Les années 2003 et 2004 sont en retrait sous l'effet de la canicule. L'année 2005 se caractérise par trois phénomènes :

- un retour à la normale des trafics agricoles : +5% par rapport à 2001 soit une croissance de plus de 15.000 tonnes en volume ; mais +50% par rapport à 2004.

- un accroissement important des minéraux bruts : trafic multiplié par près de 4 entre 2004 et 2005 passant d'environ 45.000 tonnes à environ 170.000 tonnes. Cet accroissement est principalement tiré par le port fluvial d'Arles qui a manutentionné plus de 85.000 tonnes en 2005.
- une consolidation des flux de minerais et déchets qui poursuivent leur croissance entamée depuis 2003.

Le graphique suivant décompose les 855.000 tonnes acheminées par fluvio-maritime sur Rhône-Saône en 2005.

**Graphique 6 : Décomposition des trafics fluvio-maritimes par type de marchandise transportée en 2005.**



Source : VNF dir. Inter-régionale de Lyon, C. Lopez.

Les produits agricoles sont dominants avec plus de 380.000 tonnes. Il s'agit principalement d'exportation de céréales à destination de l'Italie et de ses îles. Les minéraux bruts comptent pour 20% du trafic. Ils sont essentiellement composés de pondéreux, sables industriels, gravats, sel d'hivernage (salage des routes). Certains flux alimentent des sites industriels, c'est le cas de la bentonite<sup>12</sup> en provenance de Grèce ou d'Italie et à destination de Valence (environ 45.000 tonnes/an). Les minéraux bruts ont connu une forte progression entre 2004 et

<sup>12</sup> argile utilisée pour la fabrication de moule de fonderie et dans le génie civil.

2005 tirée principalement par Arles. Cette croissance est consécutive à un décalage dans la campagne d’approvisionnement de sels d’hivernage, composant la quasi-totalité des échanges de minéraux bruts de la cité arlésienne. Le rattrapage s’est effectué en 2005, après une baisse des trafics en 2004.

Les minerais et déchets représentent le troisième poste de trafic avec plus de 155.000 tonnes. La croissance de ce poste fait suite à l’implantation du groupe GDE<sup>13</sup> dans la zone portuaire de Vienne Sud Salaise (apportement privé). Cette entreprise, spécialisée dans le traitement et le recyclage des métaux ferreux et non ferreux, exploite depuis l’été 2003 un broyeur capable de valoriser plus de 350.000 tonnes par an de carcasses automobiles, de ferrailles, de déchetteries et autres produits métalliques en fin de vie. Après 9 mois d’exploitation, GDE a traité près de 240.000 tonnes de produits recyclés. Aujourd’hui environ 25.000 tonnes par mois de produits sont expédiés par voie d’eau (fluvial et fluvio-maritime confondus). Le site isérois traite près de 85% des trafics de minerais et déchets du bassin. Entre 2003 et 2005 les flux ont été multipliés par plus de 2. Le produit broyé est expédié dans des aciéries et fonderies italiennes pour traitement.

Les principaux ports fluvio-maritimes du bassin Rhône-Saône sont détaillés dans le tableau suivant :

**Tableau 4 : Les principaux ports fluvio-maritimes de Rhône-Saône en 2005.**

<i>rang</i>		tonnes	en % du trafic total
<b>1</b>	<b>Arles</b>	311 185	36%
<b>2</b>	<b>Vienne</b>	182 771	21%
<b>3</b>	<b>Lyon</b>	89 698	10%
<b>4</b>	<b>Chalon</b>	69 842	8%
<b>Total partiel</b>		<b>653 496</b>	<b>76%</b>

Source : VNF dir. Inter-régionale de Lyon, C. Lopez.

Les quatre principaux ports représentent plus des trois quarts des trafics fluvio-maritimes. Arles compte pour plus du tiers des trafics avec une majorité de produits agricoles (150.000 tonnes). Le site de Vienne est spécialisé dans le traitement de minerais et déchets suite à l’implantation de la société GDE. Les trafics du port de Lyon sont tirés par les produits

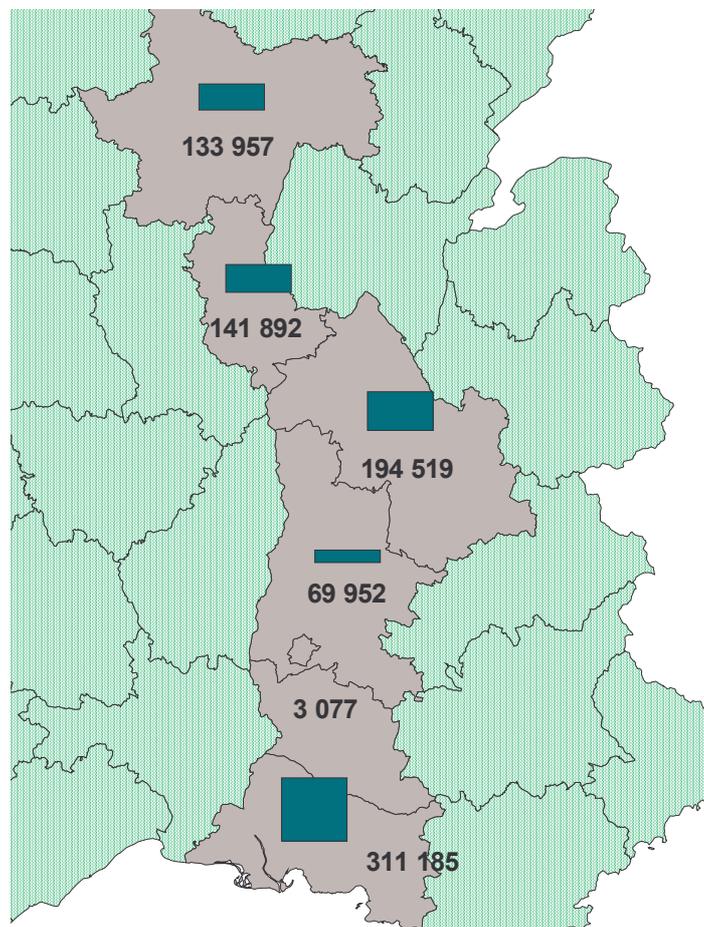
<sup>13</sup> Guy Dauphin Environnement : entreprise de recyclage.

métallurgiques (40.000 tonnes et plus de 85% des trafics totaux de ce produit). De nombreuses entreprises métallurgiques du bassin sont implantées dans la zone portuaire lyonnaise. Elles importent des coïls (bobines d'acier) qu'elles découpent et réexpédient.

Le site de Chalon est dépendant de l'activité agricole. Sa situation géographique au cœur de la Bourgogne en fait une plate-forme céréalière importante. Les trafics d'engrais et de produits agricoles avec environ 40.000 tonnes comptent pour plus de 60% de l'activité fluvio-maritime du port.

La carte ci-dessous représente les trafics fluvio-maritimes selon le département mouillé.

**Carte 2 : Les trafics fluvio-maritimes 2005 selon le département mouillé.**

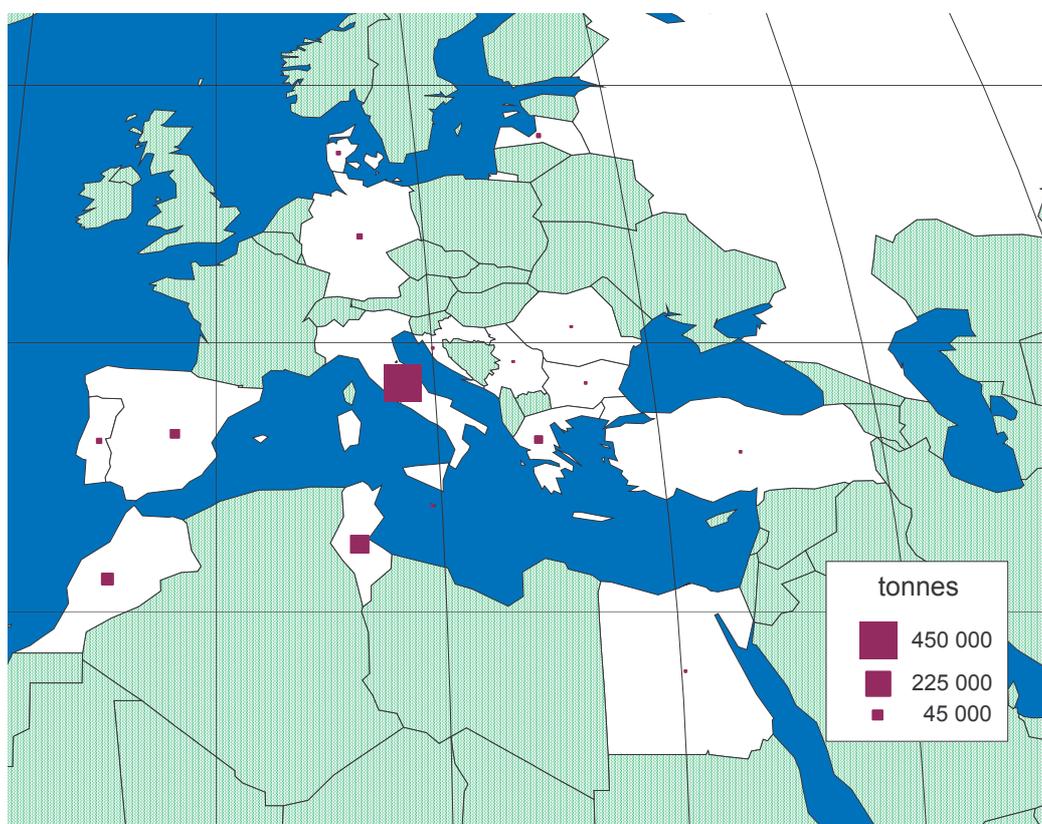


Source : VNF dir. Inter-régionale de Lyon, C. Lopez.

Le bas Rhône est très actif en raison de la présence d'Arles qui génère un important trafic. Le haut Rhône est plus industriel avec les ports de Lyon et Vienne respectivement spécialisés dans les produits métallurgiques et les minerais et déchets (produits métallurgiques à recycler). La Saône est quant à elle très présente sur les trafics liés au monde agricole : céréales et engrais.

Le bassin Rhône-Saône exporte plus qu'il n'importe. Les exportations représentent plus de 60% des trafics. Ce déséquilibre des flux rend l'exploitation de navires fluvio-maritimes complexe et contraint parfois les transporteurs à opérer une triangulation afin de réduire le nombre de voyages à vide. Avec plus de 50% du trafic fluvio-maritime soit plus de 440.000 tonnes (importations et exportations confondues) l'Italie est le premier partenaire commercial du bassin Rhône-Saône. La carte ci-dessous détaille les pays ayant eu des relations par voie fluvio-maritime avec l'axe Rhône-Saône (importations et exportations confondues) en 2005.

**Carte 3 : Les trafics fluvio-maritimes 2005 au départ / destination de Rhône-Saône en Europe.**



Source : VNF dir. Inter-régionale de Lyon, C. Lopez.

En 2005, les trafics fluvio-maritimes du bassin Rhône-Saône ont eu pour origine / destination les pays représentés en blanc.

Il existe certains flux internes au territoire français, notamment un trafic de ciment entre Nice et Lyon pour 25.000 tonnes. Les marchandises traitées par fluvio-maritime ont pour origine/destination principale l'Union Européenne avec environ 70% du trafic total et une forte représentation des produits agricoles. Les échanges de produits agricoles

s'effectuent principalement avec des pays méditerranéens (Italie et Espagne). Le bassin peut ainsi être assimilé au grenier des pays sud-européens.

Le Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie) couvre les 30% du trafic restant. La Tunisie est le plus représenté des trois pays maghrébins avec plus de 130.000 tonnes soit 15% du tonnage total. Ces trois pays sont principalement orientés vers l'exportation d'engrais, de minéraux bruts (sels d'hivernage essentiellement) et produits métallurgiques.

Le débouché naturel de l'axe Rhône-Saône est le bassin méditerranéen qui regroupe 95% des trafics fluvio-maritimes. Toutefois, le fluvio-maritime connecte l'axe Rhône-Saône avec des zones lointaines situées au-delà du détroit de Gibraltar dont l'Europe du Nord et la Baltique. La Russie a réceptionné un colis lourd en provenance de Chalon. Près de 20.000 tonnes de combustibles ont été importés d'Allemagne (pour plus de 10.000 tonnes) et de Lettonie. Il s'agit d'importations de tourbe destinée à alimenter une usine de production d'engrais implantée sur le port fluvial d'Arles. Le Portugal a importé près de 15.000 tonnes de produits agricoles.

Malgré un regain d'activité en 2005, le fluvio-maritime suscite quelques inquiétudes : problème de renouvellement de la flotte et sa raréfaction. Il reste encore un mode transport « précaire » dont le dernier exemple en date est repris dans un article paru dans l'édition du Monde le 29-11-2006 : *Des marins échoués et sans argent à Montélimar* (annexe 4). Ce genre d'incident est certes marginal, il peut cependant développer une vision pessimiste de ce mode encore méconnu. Le fluvio-maritime peut offrir des solutions de transport *rhodano-méditerranéennes* et ainsi constituer une alternative à la route. Il peut s'inscrire dans le cadre d'une politique durable des transports. La croissance des trafics peut aider à rendre le fluvio-maritime moins problématique en écartant du marché certaines pratiques par une obligation de résultats et de qualité de service. L'activité est cependant risquée et méconnue auprès des chargeurs. Il convient en conséquence d'en examiner la pertinence mais aussi d'étudier quels leviers d'action pourraient contribuer à son développement.

# Partie II

# **Partie II : Pertinence du fluvio-maritime, analyse théorique et géographique.**

Après avoir défini le concept du fluvio-maritime, cette seconde partie s'attachera à l'analyse de sa pertinence. Elle reprend de manière plus développée l'article de Lopez (2008) traitant de la pertinence du fluvio-maritime sur l'axe Rhône-Saône. Notre démarche se décomposera en deux volets.

Dans un premier temps, l'étude des fonctions de production permettra de déterminer s'il existe un seuil de basculement entre la solution fluvio-maritime et une autre chaîne de transport. Nous répondrons à la question : à partir de et jusqu'à quel tonnage le fluvio-maritime est économiquement plus intéressant ?

Dans un second temps, à partir des travaux de Rissoan (1987), nous représenterons l'aire de navigation du fluvio-maritime au départ de différents ports du bassin Rhône-Saône. Nous définissons le concept d'aire de navigation comme la zone géographique (maritime) qu'il est possible de desservir, dans des conditions économiques satisfaisantes, avec des navires fluvio-maritimes au départ d'un port intérieur, en l'occurrence un port du bassin Rhône-Saône.

# **I. L'équation du fluvio-maritime et avantages de coûts.**

Le fluvio-maritime n'est intéressant que s'il offre un coût de transport inférieur à celui des logistiques concurrentes. Nous cherchons à déterminer le degré de compétitivité du fluvio-maritime. La solution fluvio-maritime peut être comparée à deux grands types de logistiques : des acheminements purement terrestres (routiers ou ferroviaires : Lyon – Barcelone) ou une chaîne de transport associant un maillon terrestre (routier, ferroviaire ou fluvial) et un maillon maritime après rupture de charge. Confronté à des solutions de transports purement terrestres, le fluvio-maritime n'est pas toujours le mode d'acheminement le plus concurrentiel (lenteur, coûts...).

La pertinence du fluvio-maritime s'accroît lorsqu'il est mis en concurrence avec une alternative intégrant une rupture de charge. La suppression de la rupture de charge constitue le principal attrait du fluvio-maritime. C'est pourquoi, nous retiendrons dans notre comparaison des chaînes de transports composées d'un maillon terrestre, d'une rupture de charge et d'un maillon maritime. Le Port Autonome de Marseille est dans notre analyse le port de transbordement. C'est-à-dire le port dans lequel la marchandise change de mode de transport (du terrestre vers le maritime et vice-versa). En conséquence, le fluvio-maritime pourra être confronté à des chaînes de transport du type :

- ✓ « Route + maritime ».
- ✓ « Fer + maritime ».
- ✓ « Fleuve + maritime ».

Détailler les coûts d'exploitation du maillon ferroviaire n'est pas un exercice facile. Le manque d'éléments de la part des chemins de fer français ne nous permet pas d'analyser correctement les coûts de ce segment. Toutefois, nous savons que des trois modes terrestres la

route est le plus coûteux, le fleuve le moins cher et le fer se positionne entre les deux. La comparaison des coûts routiers et fluviaux nous donnera un aperçu de la position relative du ferroviaire.

Les coûts du segment routier sont facilement quantifiables. Le CNR<sup>14</sup> (Comité National Routier) publie chaque trimestre des coûts de référence moyens par spécialités (remorque porte-voiture, semi-remorque porte-conteneurs, semi-remorque benne céréalière...). Ces coûts reposent sur l'observation des conditions d'exploitation et des composantes de coûts d'un panel d'entreprises routières. À partir des données du CNR, nous sommes en mesure d'estimer le coût du transport routier entre le bassin Rhône-Saône et les installations du Port Autonome de Marseille (PAM), plus précisément les bassins Ouest (Fos sur Mer). Nous comparons les coûts du transport fluvial et routier pour les liaisons : Chalon-Fos, Lyon-Fos et Arles-Fos. Ces éléments sont repris dans le tableau suivant.

**Tableau 5 : Coût de transport selon le type d'acheminement retenu, coût en euros par tonne.** *Les unités de transport sont supposées chargées à pleine capacité.*

	Camion remorque, grand volume 40t	Tracteur semi-remorque benne céréalière, grand volume 55 m3	Automoteur, 2 000t		Convoi poussé, 4 400t	
			conventionnel	céréales (densité de 0,7 à 0,8)	conventionnel	céréales (densité de 0,7 à 0,8)
Chalon - Fos	20.50 €	19.50 €	<b>14.50 €</b>	<b>16.50 €</b>	<b>13.50 €</b>	<b>15.50 €</b>
Lyon - Fos	16.50 €	16.00 €	<b>13.00 €</b>	<b>15.00 €</b>	<b>12.50 €</b>	<b>14.00 €</b>
Arles - Fos	<b>8.00 €</b>	<b>7.50 €</b>	10.50 €	11.50 €	10.00 €	11.00 €

coût de manutention ports fluviaux en euros / tonne 3.00 €  
 pré-acheminement vers le port fluvial en euros / tonne 5.00 €

Source : Comité National Routier ; C. Lopez 2006.

<sup>14</sup> Le Conseil National Routier répond à trois missions :

- Participer à l'observation économique du marché et diffuser à la profession des transporteurs routiers de marchandises et aux pouvoirs publics les informations qu'il recueille et les analyses économiques qu'il réalise;
- Effectuer des travaux de recherche et des études socio-économiques utiles à l'ensemble de la profession;
- Mener toute mission d'intérêt général pour la profession confiée par le ministre chargé des transports.

Site Internet : <http://www.cnr.fr>

Les résultats ont été arrondis. Le calcul des coûts du transport fluvial est obtenu par extrapolation. L'achat d'une unité fluviale est simulé. Un plan d'amortissement nous permet d'évaluer les charges fixes d'exploitation auxquelles nous ajoutons les coûts variables (carburants, taxes, péages...). Les coûts de l'automoteur et du convoi poussé comprennent le coût de navigation, le coût d'immobilisation de l'unité de transport (temps d'attente à quai nécessaire au chargement), la manutention et les coûts des pré-acheminements routiers – très courte distance : environ 20 kilomètres autour du port fluvial.

L'incorporation des opérations de chargement et du pré-acheminement place les deux modes terrestres (fluvial et routier) sur une même échelle de comparaison. L'ensemble du parcours est considéré : du chargeur (usine, entrepôt...) jusqu'à la plate-forme de transbordement (le port maritime : Fos sur Mer). Le coût de transbordement vers le mode maritime n'est pas comptabilisé. Ce coût est supposé identique quelle que soit l'option terrestre : fluviale ou routière.

Malgré des coûts additionnels venant se greffer (pré-acheminement routier et manutention) l'option fluviale est plus compétitive qu'un acheminement routier, sauf pour les relations à courte distance (inférieures à 50 km). Le coût du transport routier entre Arles et Fos est toutefois à considérer avec précaution. En effet, le CNR publie un indice kilométrique de coût (en euros par kilomètre parcouru) or les transporteurs ont tendance à facturer un forfait pour des acheminements de courte distance.

En raison de l'absence de concurrence entre fluvial et routier sur le maillon terrestre (cf. tableau 5), nous écarterons de notre comparaison la chaîne associant les maillons routier et maritime. Nous comparerons en conséquence le fluvio-maritime et une chaîne « fluvial + maritime ». Ces deux modalités de transport présentent la particularité d'offrir des capacités de chargement comparables. L'infrastructure utilisée est, par ailleurs, identique, à la fois sur le maillon terrestre et en mer. Cette proximité permet d'écarter de nombreux biais et limite un grand nombre de disparités. D'autre part, le fluvial reste sur le segment terrestre le mode de transport le moins coûteux. En conséquence, nous placerons le fluvio-maritime dans le contexte qui lui est le moins favorable, à savoir en concurrence avec un acheminement terrestre fluvial.

Concernant le maillon routier, il ne semble pas pertinent de comparer des modes de transport n'offrant pas des capacités similaires. Un fluvio-maritime peut traiter jusqu'à 2.500 tonnes alors qu'un poids lourd est limité à 26 tonnes de charge utile. Dans l'optique d'un transport de vrac solides – cœur de marché du fluvio-maritime sur Rhône-Saône – un chargeur devant expédier 2.000 tonnes de marchandises ne fera probablement pas appel à une « escouade » de camions, avec toutes les contraintes organisationnelles qui en découle. Il privilégiera un acheminement massifié.

Par ailleurs, tout transport routier de vrac non emballés requiert, en général, l'utilisation d'une benne. Contrairement au camion-remorque de grand volume, cet outil ne facilite pas la recherche de fret retour. Le fret retour s'opère habituellement à vide et reste à la charge du commanditaire de transport. Le recours au « vrac routier » s'effectue principalement pour des opérations de brouettage c'est-à-dire sur de courtes distances. Dès lors que la distance s'allonge, le poids (financier) des retours à vide pénalise l'option routière.

La solution fluvio-maritime est concurrentielle sous certaines conditions. Quelles sont-elles ? Les deux solutions de transports : fluvio-maritime et fluvial associé au maritime sont-elles en concurrence ou complémentaires ? Existe-t-il un seuil de basculement entre les deux options de transport ?

Sur l'axe Rhône-Saône, le fluvio-maritime détourne-t-il des trafics du Port Autonome de Marseille (PAM) ?

## A. L'équation du fluvio-maritime.

Le fluvio-maritime n'est pertinent que s'il garantit un coût de transport inférieur à toute autre chaîne de transport susceptible de le concurrencer.

Rissoan (1987) compare les coûts d'une option fluvio-maritime avec une solution « fluvial + maritime » et tente de délimiter l'aire de navigation du fluvio-maritime. Il fonde son raisonnement sur ce qu'il appelle l'équation du fluvio-maritime.

*« Au plan financier, les voyages fluvio-maritimes doivent résoudre l'équation suivante : le prix du parcours mixte (maritime et continental) doit être, au plus, égal à celui du parcours effectué par la chaîne traditionnelle comprenant le navire de mer, un transbordement, l'engin fluvial (ou un autre mode de transport terrestre). »<sup>15</sup> Rissoan (1987).*

Cet énoncé est repris dans la formulation suivante :

$$\begin{array}{l} \text{coût de l'acheminement terrestre (fluvial)} \\ + \text{coût de la rupture de charge} \\ + \text{coût du transport maritime} \end{array} \geq \text{coût de l'expédition fluvio-maritime.}$$

Le fluvio-maritime ne garantit pas des taux de fret inférieurs au fluvial ou au maritime si nous le considérons de manière isolée sur chaque segment de transport (fluvial et maritime). À dimensions équivalentes, un fluvio-maritime est plus coûteux à construire et donc à exploiter qu'un automoteur conçu pour utiliser au mieux le gabarit fluvial et qu'un caboteur de mer. Le surcoût de construction s'explique par la technicité et la complexité des navires fluvio-maritimes : passerelle télescopique, mâts rabattables, ballasts de fortes capacités, propulseur d'étrave... Par ailleurs ils sont soumis sur le fleuve à des contraintes d'armement plus fortes. Un automoteur (jusqu'à 2.000 tonnes) peut être exploité par un artisan et son épouse, quant à un convoi poussé industriel (jusqu'à 5.000 tonnes) il est armé de 4 hommes pour une navigation continue. Dans le même temps, un navire fluvio-maritime est généralement armé par un équipage de 6 hommes minimum quel que soit son parcours : fluvial ou maritime. Le fluvio-maritime présente en conséquence deux surcoûts, l'un relatif au

---

<sup>15</sup> J.P. RISSOAN, Le Rhône et la mer, la navigation fluvio-maritime rhodanienne, Institut des études rhodaniennes de Lyon, 1987, page 189

segment fluvial et l'autre au segment maritime. Ainsi, la pertinence du fluvio-maritime s'arrête lorsque l'équation suivante est vérifiée. L'énoncé de Rissoan (1987) devient :

**Équation 1 : L'équation du fluvio-maritime.**

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Surcoût du fluvio-maritime} & & \text{Surcoût du fluvio-maritime} & & \text{Économie (suppression) du} \\
 \text{sur le maillon terrestre} & + & \text{sur le maritime} & = & \text{coût de transbordement} \\
 \text{(surcoût fluvial)} & & \text{(surcoût maritime)} & & \text{(coût de manutention, droits de} \\
 & & & & \text{port, coût d'attente au port)}
 \end{array}$$

« Il y a un point critique de remontée continentale et un point critique de traversée maritime qu'ils [les navires fluvio-maritimes] ne peuvent dépasser. »<sup>16</sup> Rissoan (1987). Ces deux points critiques forment l'aire de navigation du fluvio-maritime et sont interdépendants : plus le parcours fluvial est important, plus la distance admissible en mer se réduit et inversement.

« Le voyage fluvio-maritime doit être considéré comme un tout et l'économie du coût de passage portuaire comme une enveloppe globale au sein de laquelle l'augmentation du surcoût fluvial liée à une plus grande pénétration continentale diminue d'autant les possibilités de compensation du surcoût maritime »<sup>17</sup> Rissoan (1987).

Dans les sections suivantes, nous traiterons plus en détail du sujet de l'aire de navigation du fluvio-maritime.

Le couple qualité/prix de la rupture de charge définit le degré de compétitivité du fluvio-maritime. Plus les manutentions sont coûteuses et/ou de mauvaise qualité, plus la suppression de la rupture de charge devient intéressante. C'est en conséquence une solution de transport attrayante lorsque les manutentions sont complexes et longues (colis lourds, certains vracs solides...) et inversement pour des manutentions à forte productivité (conteneurs).

---

<sup>16</sup> J.P. RISSOAN, Le Rhône et la mer, la navigation fluvio-maritime rhodanienne, Institut des études rhodaniennes de Lyon, 1987, page 189.

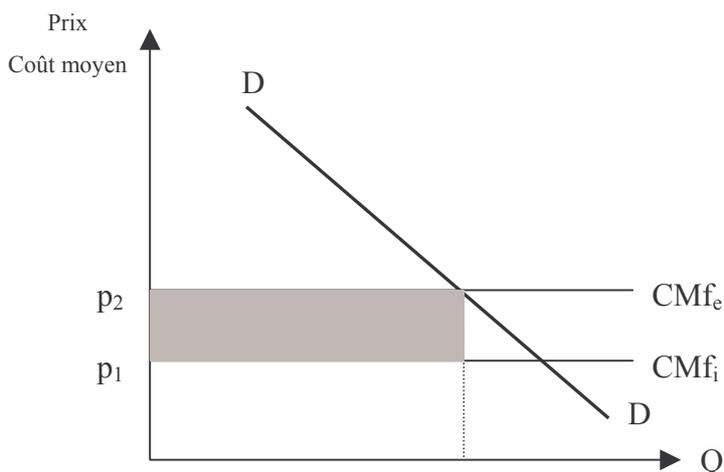
<sup>17</sup> J.P. RISSOAN, Le Rhône et la mer, la navigation fluvio-maritime rhodanienne, Institut des études rhodaniennes de Lyon, 1987, page 203.

## B. Avantage de coûts.

Lorsque l'équation (1) est vérifiée, le fluvio-maritime dispose d'un avantage de coûts. Cet avantage de coûts est relativement proche de l'analyse traditionnelle de la théorie des barrières à l'entrée. Le modèle de référence est celui de Modigliani (1958) élaboré à partir d'une revue des ouvrages de Bain (1956) et de Sylos-Labini (1957). Les avantages absolus de coûts existent lorsqu'un nouvel entrant ne peut accéder à la courbe de coût moyen des firmes en place. Dans ce cas, le nouvel entrant devra obligatoirement produire à un coût moyen supérieur à celui proposé par la firme installée, (cf. figure 2).

Supposons deux firmes : une firme postulante (l'entrant), et une firme installée. La production présente des rendements d'échelle constants. Les courbes de coût moyen sont horizontales. La courbe de coût moyen de la firme postulante  $CMf_e$  se trouve toujours au-dessus de celle de la firme installée  $CMf_i$ . Si la firme installée fixe un prix à un niveau quelconque compris entre  $p_1$  et  $p_2$ , le nouvel entrant supporte un coût supérieur au prix prévalant : l'entrée la conduira à produire à perte. Elle est donc empêchée. À partir du prix  $p_2$ , l'entrée est possible, mais le nouvel entrant est toujours désavantagé par rapport à la firme en place qui produit à un coût plus faible de manière permanente.

Figure 2 : Avantage absolu de coûts.



Le prix le plus élevé empêchant l'entrée est infiniment proche de  $p_2$  mais strictement inférieur. Les surprofits réalisés par la firme en place correspondent à la zone grisée.

Les avantages absolus de coûts peuvent résulter :

- ***De différences dans les techniques de production*** entre la firme en place et le nouvel entrant. Les techniques de production peuvent être inaccessibles à d'autres firmes. Le nouvel entrant est alors contraint d'utiliser une technique moins performante.
  
- ***D'une position favorable de la firme installée sur le marché des inputs*** (travail, produits intermédiaires, matière première). La firme installée peut contrôler les sources d'approvisionnement connues d'une matière première. Elle les exploite au coût le plus faible (cas du pétrole). Elle peut également produire l'un des biens intermédiaires indispensables pour obtenir le produit fini. L'*input* est alors utilisé à un coût inférieur à son prix de vente (cas des composants électroniques). Le nouvel entrant peut être obligé d'embaucher une main-d'œuvre spécialisée, en nombre restreint, et déjà salariée par les firmes en place. Il lui faut donc soit débaucher, en offrant des salaires plus élevés, soit utiliser des travailleurs « inadaptés » aux postes de travail.

Lorsque l'équation 1 est vérifiée, le fluvio-maritime dispose d'un avantage en terme de coûts : à échelle d'opération équivalente le coût de transport est inférieur. L'avantage de coûts dont bénéficie le fluvio-maritime s'explique par l'utilisation de techniques de production (transport) différentes. Cette situation est proche de ce que Bain a souligné dans sa théorie. D'un côté un seul et unique navire assure la liaison entre le port fluvial et le port maritime, de l'autre, une unité fluviale est relayée par une embarcation maritime après transbordement.

L'existence de techniques de transport différentes et de contraintes liées à l'infrastructure fluviale, doit selon toute vraisemblance définir un seuil de basculement entre fluvio-maritime et l'alternative « fluvial + maritime ». Ce seuil établit un tonnage à partir duquel les chargeurs privilégient l'une ou l'autre option de transport. L'identification de ce seuil apportera un éclaircissement quant à la concurrence ou la complémentarité entre les deux chaînes de transport. Pour ce faire, nous examinerons les fonctions de production de chacune d'entre elles et étudierons l'évolution de leurs coûts marginaux.

### **C. Sous-additivité des coûts.**

L'avantage du fluvio-maritime est également proche du concept de sous-additivité des coûts. La sous-additivité des coûts, étudiée par Baumol (1977), est établie lorsque le coût de production d'une certaine quantité de biens par une seule entreprise est inférieur à la somme des coûts de production de plusieurs entreprises qui fourniraient un produit global égal à cette même quantité, soit :

$$C(q) < C(q_1) + C(q_2)$$

Quels que soient  $q$ ,  $q_1$ , et  $q_2$  tels que :  $q = q_1 + q_2$

La technologie est telle que les coûts de production de l'industrie sont plus faibles quand il y a un seul producteur qui fabrique une quantité  $q$  et non deux (les entreprises 1 et 2) qui produisent respectivement les quantités  $q_1$  et  $q_2$ .

Le fluvio-maritime est privilégié, lorsqu'il présente une certaine sous-additivité des coûts en comparaison avec la solution « fluvial + maritime ». Il offre un service de transport identique à un prix inférieur.

## **II. Fluvio-maritime et « fluvial + maritime » : technologies, fonctions de production et partage du marché.**

Les hypothèses suivantes sont posées pour l'analyse des fonctions de production de chaque chaîne de transport :

### **↳ Non-congestion et non-saturation de l'infrastructure :**

Les infrastructures fluviales et maritimes (ports, chenal de navigation...) sont supposées non congestionnées. Il n'existe aucune contrainte concernant les limites physiques de l'infrastructure. L'infrastructure quelle qu'elle soit peut traiter tout trafic additionnel, elle n'est jamais saturée.

### **↳ Unicité des expéditions :**

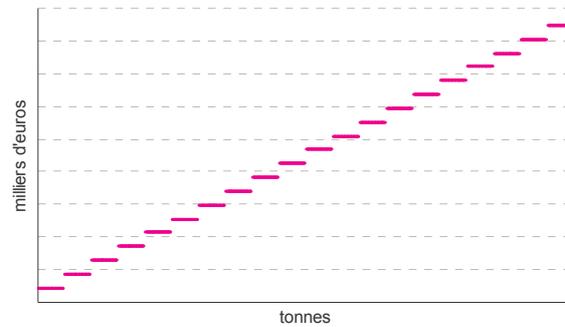
Les marchandises quel que soit le tonnage et quel que soit le mode d'acheminement (fluvio-maritime ou « fluvial + maritime ») sont transportées en un seul et unique voyage.

### **↳ Remplissage des unités de transport nombre de cargaisons transportées vs tonnage transporté :**

L'infrastructure fluviale (longueur, largeur des sas d'écluses, tirant d'eau, d'air) limite la taille des navires fluvio-maritimes. Il en est de même pour les unités fluviales. Ainsi, lorsqu'une unité de transport atteint sa capacité maximale de chargement, il est nécessaire de recourir à une unité supplémentaire. Pour une liaison donnée, le coût total de transport s'accroît avec le tonnage. Toutefois cet accroissement n'est pas linéaire (cf. graphique 7). La

fonction de coût est discontinue. Chaque trait représente le coût d'exploitation d'un fluvio-maritime ou d'une unité fluviale pour un voyage donné.

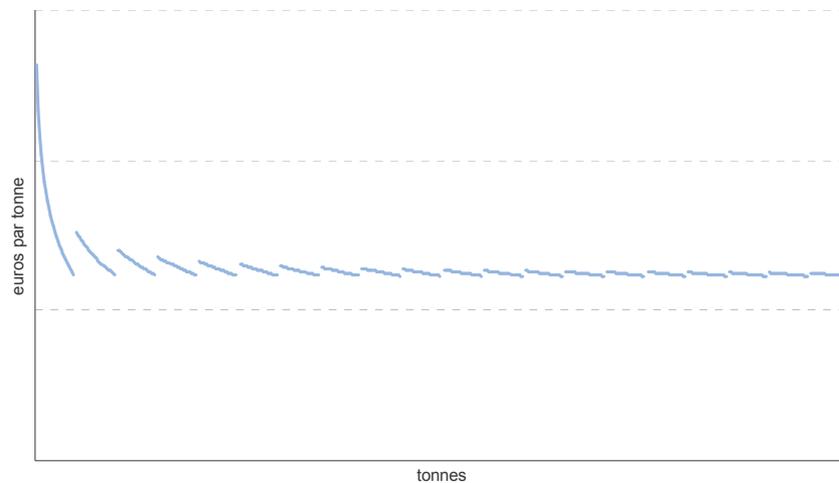
**Graphique 7 : Fonction de coût total d'une unité fluvio-maritime ou fluviale au départ d'un port du bassin Rhône-Saône.**



**Dans la limite des capacités maximales de chargement d'un navire fluvio-maritime ou d'une unité fluviale :**

La fonction de coût présente des économies d'échelle (cf. graphique 8). Le coût à la tonne est décroissant. Pour un voyage donné, à mesure que le tonnage transporté augmente, les coûts fixes et variables restent quasi inchangés (accroissement de certaines taxes dépendantes du tonnage et de la consommation de carburant) : le nombre d'unités de transport est constant. Le coût de transport d'une tonne additionnelle est inférieur à celui de la tonne précédente. La fonction de coût moyen tend vers une constante (cf. graphique 8) à mesure que le tonnage transporté augmente.

**Graphique 8 : Fonction de coût par tonne d'une unité fluvio-maritime ou fluviale au départ d'un port de Rhône-Saône.**



Afin de raisonner avec des fonctions de coût continues, nous travaillerons à partir du nombre d'unités de transport nécessaires pour acheminer un volume donné. Ce nombre correspond au nombre de cargaisons transportées.

Ainsi, chaque unité (fluvio-maritime ou fluviale) transporte une seule cargaison. La taille maximale d'une cargaison (poids, volume) dépend des caractéristiques techniques des unités de transport. En fonction du volume total à transporter, la dernière unité de transport n'est pas toujours exploitée à plein charge. La dernière cargaison ne correspondra pas toujours aux caractéristiques techniques de l'unité de transport :

*Soit 9.000 tonnes de marchandise à transporter :*

*L'unité de transport a une capacité d'emport de 2.000 tonnes. Cette expédition mobilisera 5 unités de transport dont 4 à pleine charge et une en charge partielle. 5 cargaisons devront donc être acheminées. Les quatre premières saturent les quatre premières unités de transport. La dernière cargaison correspondra à une charge partielle.*

Nous recherchons ainsi le nombre de cargaisons correspondant au seuil de basculement entre les deux logistiques fluvio-maritime et « fluvial + maritime ». En fonction du taux de remplissage de la dernière unité de transport nous pourrions traduire ce chiffre en tonnes et ainsi définir avec plus précision le seuil de basculement.

## A. Le fluvio-maritime, fonction de production.

Les fluvio-maritimes concilient les navigations fluviale et maritime. La fonction de coût comporte deux composantes : l'une renvoie au maillon terrestre (fleuve) et l'autre au maillon maritime.

**Équation 2 : La fonction de coût total du fluvio-maritime.**

$$CT_{FM}(bc_{t,d}) = (A_f + B_m) \times bc_{t,d}$$

-  $bc_{t,d}$  est le nombre de cargaisons à transporter. Ce nombre dépend de  $t$  : le tonnage total à transporter et de  $d$  : la densité de la marchandise. En raison de l'hypothèse : une cargaison occupe un navire,  $bc_{t,d}$  est équivalent au nombre de navire(s) nécessaire(s) pour transporter ce tonnage.

$bc_{t,d} = \frac{t}{\overline{bc_{FM}}(t,d)}$  ;  $\overline{bc_{FM}}(t,d)$  est la cargaison maximale (poids ou volume) pouvant être acheminée par un navire fluvio-maritime de référence (compte tenu de ses caractéristiques techniques).

Pour  $t > 0$  ;  $\overline{bc_{FM}}(t,d) \in ]0 ; \bar{t}_{FM}]$ . En termes de tonnage,  $\overline{bc_{FM}}(t,d)$  est compris entre zéro et  $\bar{t}_{FM}$  : la capacité maximale de chargement d'un fluvio-maritime de référence.

$bc_{t,d} \in [1; +\infty[$  est un nombre entier compris entre un et l'infini.

-  $A_f$  est la composante fluviale. Le coût d'exploitation d'un navire fluvio-maritime sur le fleuve. Il dépend de  $D_f$  la distance fluviale et du coût d'immobilisation du navire dans le port fluvial lors des opérations de manutention (chargement ou déchargement). Le coût d'immobilisation du navire dépend du niveau de productivité du port fluvial desservi.

-  $B_m$  est la composante maritime. Le coût d'exploitation d'un fluvio-maritime en mer. Il varie avec  $D_m$  la distance maritime parcourue. Il comprend le coût de transport sur le segment maritime, les droits de port ainsi que le coût d'immobilisation dans le port maritime (chargement/déchargement).

La productivité portuaire des deux ports (maritime et fluvial) est supposée identique. Les temps de chargement et de déchargement sont donc similaires. De ce fait, les deux coûts d'immobilisation sont analogues.

- Avec  $D$  la distance totale parcourue :  $D = D_f + D_m$
- $A_f \neq B_m$  pour des distances identiques parcourues sur le fleuve et en mer. Les navires fluvio-maritimes supportent sur le fleuve certains postes de dépenses qu'ils ne retrouvent pas en mer (TIPP, taxes VNF, pilotage de rivière...).

#### A.1.a) Coût moyen du fluvio-maritime.

Le coût moyen correspond au coût total de transport par cargaison(s) transportée(s). Compte tenu de notre hypothèse : une *cargaison* = un *navire* ; doubler le nombre de cargaisons transportées nécessite de doubler le nombre de navires utilisés.

Ainsi un doublement ou un triplement du niveau de production (*outputs* : nombre de cargaisons acheminées) n'est possible que si le nombre d'*inputs* (nombre de navires utilisés) est doublé ou triplé. Ce type de relation entre *inputs* et *outputs* caractérise des rendements d'échelle constants. De manière générale, si nous modifions l'échelle de tous les *inputs* d'un certain facteur  $t$ , les rendements d'échelle constants impliquent que la quantité d'*outputs* est multipliée par  $t$  :  $tf(x_1, x_2) = f(tx_1, tx_2)$

La fonction de coût prend la forme suivante :  $C(w_1, w_2, y) = C(w_1, w_2, I) y$

Avec  $w_1$  et  $w_2$  la rémunération des facteurs de production 1 et 2.

La fonction de coût moyen est égale à :

$$CM(w_1, w_2, y) = \frac{C(w_1, w_2, I)y}{y} = C(w_1, w_2, I)$$

Le coût par unité d'*output* est constant quel que soit le niveau d'*output* produit. Le coût marginal est également constant et égal au coût moyen.

**Équation 3 : Le coût moyen du fluvio-maritime.**

$$CM_{FM}(bc_{t,d}) = \frac{CT_{FM}}{bc_{t,d}} = (A_f + B_m)$$

$$A_f \geq 0 \text{ et } B_m \geq 0$$

Le coût moyen du fluvio-maritime est une constante. Il correspond à la somme des coûts d'exploitation d'un navire fluvio-maritime sur le segment terrestre (pour une distance fluviale  $D_f$ ) et sur le segment maritime (pour un parcours en mer  $D_m$ ). Pour un voyage donné, le coût de transport à la tonne transportée pour une ou plusieurs cargaisons identiques est inchangé.

*A.1.b) Coût marginal du fluvio-maritime.*

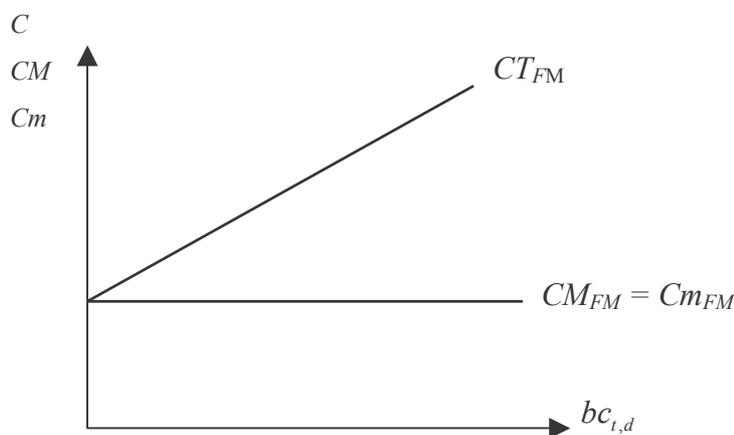
La fonction de coût marginal du fluvio-maritime est :

**Équation 4 : Le coût marginal du fluvio-maritime.**

$$Cm_{FM}(bc_{t,d}) = \frac{\partial CT_{FM}}{\partial bc_{t,d}} = (A_f + B_m)$$

Le coût marginal de transport d'une cargaison additionnelle correspond au coût du navire fluvio-maritime supplémentaire nécessaire à l'acheminement de cette cargaison. Coûts moyens et marginaux sont égaux et constants ceci traduit des rendements d'échelle constants. La production d'une unité supplémentaire, ici le transport d'une cargaison supplémentaire coûte autant que celui de la précédente. Graphiquement nous aurons les relations suivantes :

**Figure 3 : Fonctions de coûts, de coûts moyens et marginaux du fluvio-maritime.**



## ***B. « Fluvial + maritime », fonction de production.***

L'alternative « fluvial + maritime » comporte trois postes de coûts : le transport fluvial, la rupture de charge et le parcours maritime.

### ***1). Le maillon fluvial.***

Le respect des gabarits fluviaux limite les capacités de chargement des unités fluviales. Pour un parcours fluvial donné, le coût du fluvial s'accroît avec le tonnage. Le nombre d'unités de transport est croissant avec le tonnage. Lorsqu'une unité fluviale atteint ses capacités maximales de chargement, les transporteurs sont contraints de recourir à une unité additionnelle. Ainsi, d'après notre hypothèse, le transport de deux cargaisons nécessite la mise en service de deux unités de transport. Les fonctions de coût du fluvial et du fluvio-maritime présentent donc des caractéristiques similaires.

Soit  $CT_f(bc_{t,d})$  la fonction de coût total du fluvial croissante avec  $bc_{t,d}$ .

**Équation 5 : La fonction de coût total du fluvial.**

$$CT_f(bc_{t,d}) = E_f \times bc_{t,d}$$

-  $bc_{t,d}$  est le nombre de cargaisons à transporter. Il dépend de  $t$  : le tonnage total à transporter et de  $d$  : la densité de la marchandise.

$bc_{t,d} = \frac{t}{\overline{bc}_f(t,d)}$  ;  $\overline{bc}_f(t,d)$  est la cargaison maximale (poids ou volume) pouvant être

acheminée par une embarcation fluviale de référence (compte tenu de ses caractéristiques techniques).

Pour  $t > 0$  ;  $\overline{bc}_f(t,d) \in ]0 ; \bar{t}_f]$  ;  $\overline{bc}_f(t,d)$  est comprise entre zéro et  $\bar{t}_f$  : la capacité maximale de chargement d'une unité fluviale de référence.

$bc_{t,d} \in [1; +\infty[$  est un nombre entier compris entre un et l'infini.

-  $E_f$  exprime le coût d'exploitation d'une unité fluviale pour une distance  $D_f$ . Ce coût comprend les coûts d'immobilisation (chargement/déchargement + transbordement de la marchandise).

Chaque unité fluviale lorsqu'elle est associée à un maillon maritime supporte deux ruptures de charge : l'une dans le port fluvial pour charger ou décharger la marchandise, l'autre dans le port maritime lors des opérations de transbordement (passage du fluvial vers le maritime ou l'inverse). La productivité des ports maritime et fluvial desservis est supposée identique.

#### B.1.a) Coûts moyens et marginaux du maillon fluvial.

Largeur des sas d'écluse, hauteur libre sous ouvrage et mouillage disponible sont autant de contraintes pour les embarcations fluviales. Doubler le nombre de cargaisons à transporter sur le fleuve nécessite de doubler le nombre d'unités fluviales.

**Équation 6 : Le coût moyen du fluvial.**

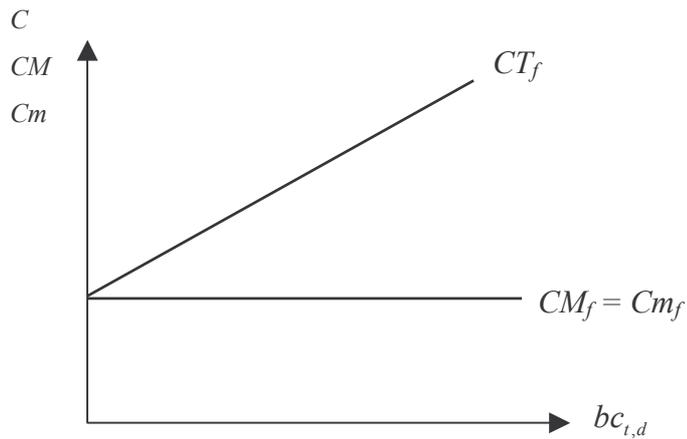
$$CM_f(bc_{t,d}) = \frac{CT_f(bc_{t,d})}{bc_{t,d}} = E_f$$

**Équation 7 : Le coût marginal du fluvial.**

$$Cm_f(bc_{t,d}) = \frac{\partial CT_f(bc_{t,d})}{\partial bc_{t,d}} = E_f$$

Coûts moyens et coûts marginaux du fluvial sont constants et égaux. Ils correspondent tous deux au coût d'exploitation d'une embarcation fluviale couvrant une distance  $D_f$ . La fonction de coût du fluvial est croissante par rapport à  $bc_{t,d}$  (cf. figure 4).

**Figure 4 : Fonctions de coûts, de coûts moyens et marginaux du fluvial.**



Fluvio-maritime et transport fluvial se caractérisent par des rendements d'échelle constants. Les contraintes liées au respect du gabarit fluvial nécessitent pour tout doublement des capacités d'empot un doublement du nombre d'unités de transport.

## 2). *La rupture de charge.*

Le coût de la rupture de charge représente le coût de transbordement de la marchandise du fleuve vers la mer ou inversement. Ce coût est croissant avec le nombre de cargaisons acheminées. Doubler le tonnage traité (transbordé) nécessite un doublement de l'outillage portuaire. Soit  $CT_{rc}$  le coût total du transbordement.

**Équation 8 : Le coût total du transbordement.**

$$CT_{rc}(bc_{t,d}) = G_{rc} \times bc_{t,d}$$

- $bc_{t,d}$  est le nombre de cargaisons à transporter, donc à transborder. Il correspond au nombre de cargaisons transportées sur le maillon fluvial.
- $G_{rc}$  représente le coût de transbordement d'une cargaison.

B.2.a) Coûts moyens et marginaux de la rupture de charge.

La fonction de coût de la rupture de charge est croissante et linéaire par rapport au nombre de cargaisons transportées.

**Équation 9 : Le coût moyen de transbordement.**

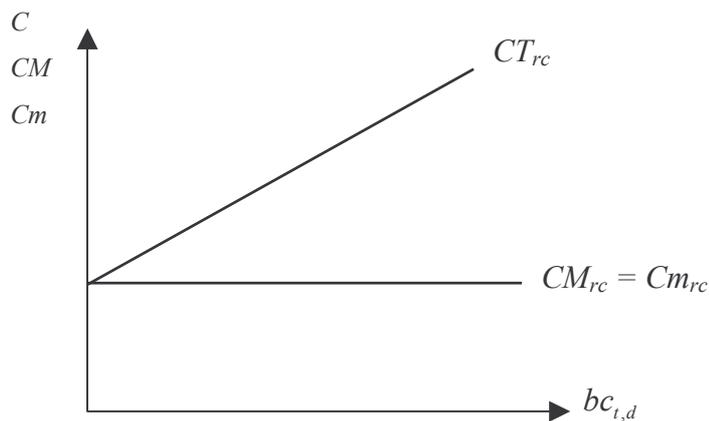
$$CM_{rc}(bc_{t,d}) = \frac{CT_{rc}(bc_{t,d})}{bc_{t,d}} = G_{rc}$$

**Équation 10 : Le coût marginal de transbordement.**

$$Cm_{rc}(bc_{t,d}) = \frac{\partial CT_{rc}(bc_{t,d})}{\partial bc_{t,d}} = G_{rc}$$

Le coût moyen et le coût marginal sont égaux et constants. La rupture de charge a des rendements constants. Transborder une cargaison supplémentaire présente un coût identique à celui de la précédente. Graphiquement nous avons :

**Figure 5 : Fonctions de coûts, de coûts moyens et marginaux de la rupture de charge.**

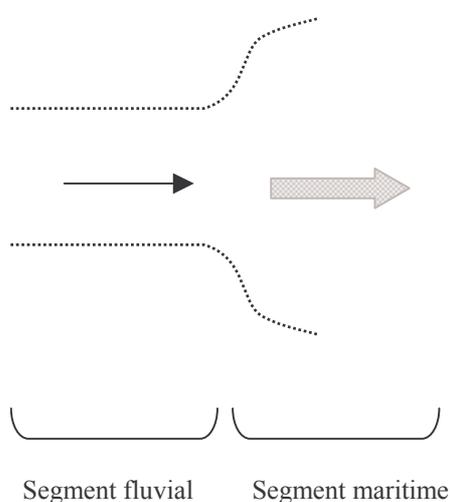


### 3). *Le maillon maritime.*

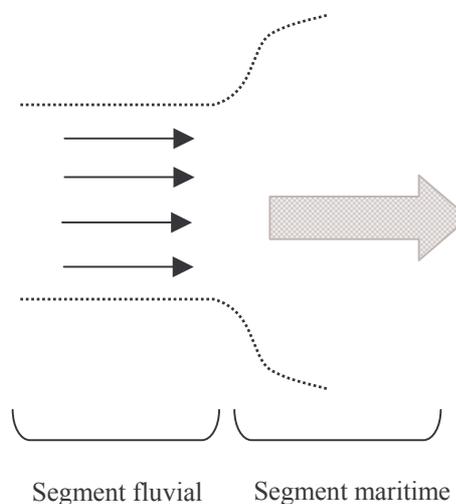
En comparaison avec l'infrastructure fluviale, le mode maritime est seulement contraint par le tirant d'eau des ports. Infrastructure gratuite et non contraignante, la mer offre des capacités de transports quasi illimitées. La cale maritime présente une grande diversité, elle varie du petit caboteur de 3.000 tonnes de port en lourd (tpl) au *capsize* de 200.000 tpl dont les dimensions sont trop importantes pour les canaux de Suez ou Panama. Contrairement au fluvial ou au fluvio-maritime, il n'est pas nécessaire de doubler le nombre d'unités pour doubler la capacité de transport. Lorsqu'un navire atteint sa capacité maximale de chargement, il est possible de recourir à un navire de dimension supérieure pour traiter les tonnages additionnels. Il est ainsi concevable de faire correspondre à une ou plusieurs unités fluviales une seule unité maritime.

Schématiquement nous aurons :

**Schéma 1 de transport fluvial + maritime.**



**Schéma 2 de transport fluvial + maritime.**



→ Unité(s) fluviale(s)

→ Unité maritime.

Soit un transport de marchandise à réaliser entre un port du bassin Rhône-Saône et un port méditerranéen avec une rupture de charge à Marseille.

- ✓ Schéma 1 : la cargaison est telle qu'une seule unité fluviale suffit à convoier la marchandise sur le fleuve. L'embarcation fluviale est ensuite relayée par une seule unité maritime.
  
- ✓ Schéma 2 : le tonnage transporté est quadruplé. En raison de notre hypothèse, il est indispensable de recourir à 4 unités fluviales. À ces 4 unités nous pouvons substituer un seul navire pour le parcours maritime. Ce dernier offrant des capacités quatre fois supérieures à celles proposées par le navire précédent (schéma 1).

L'existence d'économies d'échelle dans le maritime incite les armateurs à accroître la taille des navires. En effet ceci permet de réduire le coût total d'exploitation par unité (tonne ou EVP) transportée. Les coûts augmentent moins que proportionnellement par rapport à l'*output* ; de sorte que les coûts moyens diminuent avec l'*output*.

Lorsque l'*output* augmente, le coût moyen diminue. Le coût marginal est alors décroissant. Le producteur a donc toujours intérêt à accroître son niveau de production car le coût de production d'une unité supplémentaire est inférieur au coût de l'unité précédente. Dans ce cas, l'égalisation entre prix et coût marginal ne permet pas de déterminer un maximum de la fonction de profit. Le programme de maximisation conduit alors à produire une quantité arbitrairement grande d'*outputs*.

L'existence de rendements d'échelles croissants dans l'activité du transport maritime a fait l'objet de nombreuses études. Il est reconnu depuis longtemps que le coût de transport en mer par tonne décroît à mesure que la taille du navire augmente Pearson (1988). Il est alors possible de dégager d'importantes économies d'échelle en exploitant de grands navires plutôt que de petites unités. L'accroissement de la taille des navires s'est opéré dans un premier temps dans les secteurs du transport de vracs et de pétrole. Depuis 2003, le transport de conteneurs par voie maritime est entré dans une nouvelle phase avec l'apparition de porte-conteneurs de 6<sup>ème</sup> génération dont la capacité dépasse les 6.000 EVP (voir tableau 6, ci-dessous).

**Tableau 6 : Développement de la taille et des capacités d'emport des porte-conteneurs au cours des dernières décennies.**

Année	Type/Classe	Capacité de chargement (en EVP)
1964	1ère génération	1 000
1967 - 1972	2ème génération	1 500
	3ème génération	3 000
1984	4ème génération	4 500
1995/96	5ème génération	6 000
2003 et suivantes	6ème génération	supérieure à 8 000

Source : Cullinane et Khanna (2000), à partir de Gilman (1983) et Pearson (1988).

De nombreux auteurs : Drewry Shipping Consultants (1996), McLellan (1997), Cullinane et Khanna (1999), Wijnolst et al. (1999), Stopford (2002) expliquent cet accroissement de taille des navires par la possibilité de dégager des économies d'échelle importantes. Wijnolst (2000) a démontré qu'il était possible de construire des porte-conteneurs de 18.000 EVP. L'industrie maritime a su exploiter les économies d'échelles et tirer les coûts de transport vers le bas. M. Stopford (2002) prend l'exemple d'un transport de 15.500 bouteilles de whisky entre le Royaume-Uni et le Japon. En 1991 le chargeur devait déboursier 1.560 US\$ contre 675 US\$ en 2001. Un autre exemple est celui d'un acheminement de chaussures entre l'extrême Orient et le Royaume-Uni. Le coût de transport de 14.500 paires de chaussures est seulement de 0,18 US\$ par paire. Sans un accroissement de la taille des navires de tels gains n'auraient pas pu être réalisés.

Tous les secteurs de l'industrie maritime font face à une augmentation de la taille moyenne des navires. A la fin de la seconde guerre mondiale, le plus gros pétrolier était le *Nash Bulk* avec 24.000 tpl (tonnes de port en lourd). En 1970, l'*Universe Iran* pouvait transporter 327.000 tpl. La course au gigantisme atteint son sommet en 1976 lorsque le *Jahre Viking* 565.000 tpl est livré. Cette marche en avant a été stoppée par les chocs pétroliers et la restructuration du secteur pétrolier. La flotte est passée aux mains des *traders* qui se préoccupent plus des critères de flexibilité que de recherche d'économies d'échelle. Lors de son transport le pétrole est acheté et vendu à de multiples reprises. C'est pourquoi la taille des pétroliers s'est nettement réduite dans les années 80 (une baisse d'environ 30% par rapport aux années 70).

Le transport de vrac sec a suivi la même progression. Dans les années 20 le vrac était acheminé par des navires de 24.000 tpl. Dans les années 70, des vraquiers de 200.000 tpl étaient couramment utilisés sur les plus grandes routes maritimes. Le milieu des années 80 a vu la mise en service de quelques navires de 300.000 tpl. La taille moyenne des vraquiers s'est accrue de 60% entre 1975 et 2002, au rythme annuel moyen de 2,2%. Il en est de même pour les porte-conteneurs dont la progression a été plus rapide et plus marquée. Au début des années 70, les porte-conteneurs avaient une capacité moyenne de 900 EVP contre 3.100 en 2003. A la fin des années 80 et 90 les capacités moyennes de transport ont effectué d'énormes bonds en avant de l'ordre de 30 à 50%.

Dans sa revue 2006, BRS<sup>18</sup> fait état d'une croissance de plus de 20% par an pour les trois prochaines années de la flotte de porte-conteneurs de plus de 4.000 EVP. Alors que le taux de croissance pour les navires de moins de 4.000 EVP sera « seulement » de 9% sur la même période. La tendance générale est à l'accroissement de la taille des porte-conteneurs afin de tirer profit d'économies d'échelle. Le Germanischer Lloyd a développé un concept de porte-conteneurs de 9.300 EVP. Bureau Veritas a pour sa part dessiné les plans d'un navire de 12.500 EVP. Il en est de même pour le Lloyd's Register, créant ainsi une nouvelle génération de porte-conteneurs : les *Ultra large Container Ships* (ULCS).

Jusqu'à récemment, la barre des 10.000 EVP constituait une barrière psychologique. Cette frontière a été franchie en janvier 2005. L'armateur chinois COSCO (*China Ocean Shipping Corporation*) a, pour la première fois au monde, passé commande de porte-conteneurs de plus

---

<sup>18</sup> Barry Rogliano Salles shipbrokers, website: <http://www.brs-paris.com/index.php>

de 10.000 EVP. Les navires seront livrés entre fin 2007 et début 2008. Plus ambitieuse encore l'étude pilotée par l'Université de Technologie de Delft. Elle envisage la mise en service d'un porte-conteneurs capable d'acheminer plus de 18.000 EVP Wijnolst (2000). Les ULCS ne surpassent pas seulement les anciennes générations de porte-conteneurs en termes de taille, mais également sur le plan technologique, en vitesse d'exploitation et en *design*. Les différentes innovations techniques introduites dans l'industrie maritime ont permis d'accroître la taille des navires et de réduire les coûts de transport. Maersk a pris livraison le 1<sup>er</sup> septembre 2006 du *M/S Emma Maersk* construit par le chantier danois *Odense Steel Shipyard*. L'*Emma Maersk* est le premier navire de la série *PS-class vessels*. Cette unité de transport établit de nouveaux standards en créant de nouvelles économies d'échelle. Mesurant 397 mètres de long et 56 mètres de large, l'*Emma Maersk* est le plus gros porte-conteneurs du monde avec une capacité estimée à 13.500 EVP.

La Littérature se concentre essentiellement sur les porte-conteneurs car les pétroliers et les vraquiers ont déjà atteint leur taille optimale dans les années 70. Les navires porte-conteneurs sont le seul type de bâtiment dont la taille moyenne s'accroît régulièrement depuis la « révolution du conteneur » voici plus d'une quarantaine d'années. Ceci ne signifie pas pour autant que le tonnage moyen des vraquiers ait cessé de croître. Aujourd'hui un *capsize* standard offre 175.000 tpl contre 120.000 tpl vingt ans auparavant (soit une croissance de 46%). Il existe une poignée de vraquiers jaugeant 300.000 tpl, de tels « géants » restent encore marginaux car la demande de transport ne les justifie pas totalement pour l'instant.

La taille des navires ne peut cependant pas croître dans des proportions illimitées. La mise en service de navires plus grands réduit le coût moyen sur la partie transport. En revanche, le coût moyen du traitement de la marchandise s'accroît – immobilisation du navire pour les opérations de chargement/déchargement, gestion des conteneurs vides... Les navires sont plus longs à manutentionner. Il existe en conséquence une taille optimale définissant un compromis entre coût moyen de la partie transport et coût moyen du passage portuaire.

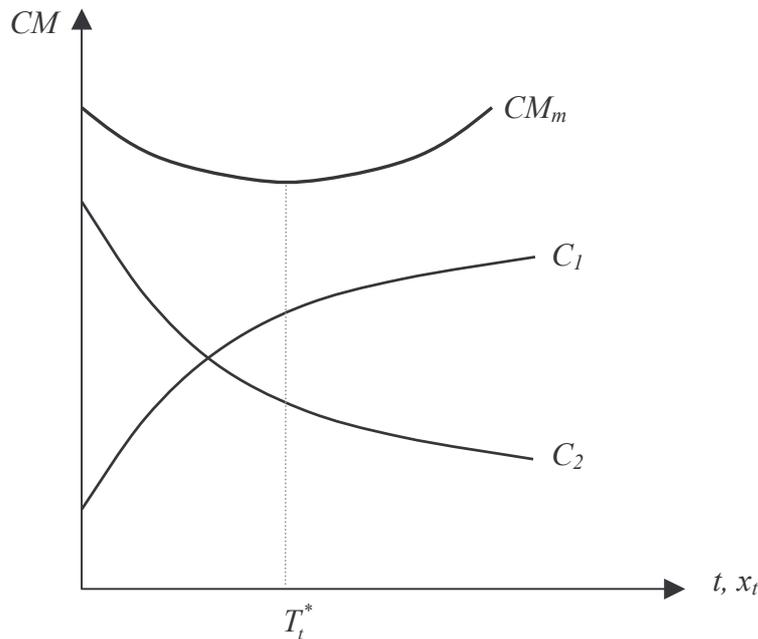
M. Stopford (2002) démontre un net ralentissement des économies d'échelle lorsque la taille des porte-conteneurs augmente. Accroître la taille des navires de 1.000 à 2.000 EVP génère une économie de 20% sur les coûts de transport par unité ; de 2.000 à 4.000 EVP, 7%

sont économisés ; de 4.000 à 6.000 EVP seulement 4%. Au-delà de 8.000 EVP les économies sont difficiles à identifier. Cullinane et Khanna (2000) sont arrivées à des conclusions similaires. Leurs résultats ont démontré que les porte-conteneurs bénéficient pleinement d'économies d'échelle jusqu'à la taille de 8.000 EVP.

La littérature sur la question de taille optimale des navires de mer est relativement riche. Les travaux de Thoburn (1960), Mc Kinsey and Co. Inc. (1967), Goss et Mann (1974), Ryder et Chapell (1979), Gilman (1980, 1983, 1999) Jansson et Shneerson (1982 ; 1987), Pearson (1988) ou Talley (1990) soulignent que l'utilisation de navires de grande taille est optimale aussi longtemps que les économies d'échelles en mer (*hauling costs*) sont supérieures aux déséconomies d'échelle aux ports (*handling costs*). En augmentant la taille des navires les coûts fixes par unité se réduisent : frais de port, coûts d'exploitation, coûts de capital. Toutefois, les coûts liés à la marchandise : assurance, manutention, acheminement et repositionnement terrestres des conteneurs se développent. Le coût du traitement terrestre de la marchandise remet en cause les économies d'échelle dégagées par un accroissement de la taille des navires.

Il existe donc une taille optimale des navires de mer qui assure un compromis entre augmentation du coût moyen d'immobilisation aux ports et diminution du coût moyen de transport en mer. Cette capacité d'emport optimale égalise les « gains » sur la partie transport et les « pertes » à quai. Le modèle de référence est celui de Jansson et Shneerson (1982), dont l'analyse est reprise ci-dessous (figure 6).

Figure 6 : Taille optimale d'un navire.



La taille optimale d'un navire se situe au point pour lequel les pentes des courbes de coûts moyens d'immobilisation et de transport en mer sont égales en valeur absolue *i.e.* le point  $T_t^*$ .

Le coût d'immobilisation du navire aux ports présente des rendements décroissants ( $C_1$ ). Accroître la taille des navires génère des déséconomies d'échelles aux ports. Le coût de transport en mer ( $C_2$ ) se caractérise par des rendements d'échelle croissants, le coût moyen se réduit avec la taille du navire. La combinaison de rendements croissants et décroissants induit l'existence d'une taille optimale de navire pour laquelle « gains » et « pertes » se compensent. Augmenter la taille des navires jusqu'au tonnage optimal défini par  $T_t^*$  permet de dégager des économies d'échelle – courbe  $CM_m$ . Au-delà de  $T_t^*$  tout développement de la capacité des navires se traduira par des déséconomies d'échelles.

Pour une route maritime donnée, Jansson et Shneerson (1982) estiment la taille optimale d'un vraquier transportant du charbon à 240.000 tpl.

L'activité fluvio-maritime sur Rhône-Saône ne concerne que des navires de petite taille dont la capacité moyenne de port en lourd est comprise entre 1.500 et 2.500 tonnes.

Dans le cadre de notre étude des chaînes de transports fluvio-maritime et « fluvial + maritime », il ne serait pas réaliste de comparer les navires fluvio-maritimes avec de tels géants des mers. Les volumes et les caractéristiques techniques du fluvio-maritime ne permettent pas de raisonner à grande échelle. Les navires de mer qui peuvent entrer en concurrence avec les unités fluvio-maritimes ont une taille inférieure à l'optimum :  $T_t^*$ . Ainsi, dans le cadre de notre comparaison, pour un parcours maritime suffisamment long, les économies d'échelles en mer (*hauling costs*) compensent les déséconomies d'échelle au port (*handling costs*). La fonction de production du maritime se caractérisera donc par des rendements croissants. Les navires de mer auxquels nous faisons référence appartiennent au segment  $] 0 ; T_t^* ]$ .

Nous établissons la fonction de coût du maritime à partir de la formule du coût journalier d'un navire définie par Cullinane et Khanna (2000). Ce coût dépend de la taille du navire afin de ne prendre en considération l'existence d'économies d'échelle.

**Équation 11 : Le coût total du maritime.**

$$CT_m(bc_{t,d}) = L_m k x_{bc}^e$$

- $x_{bc}$  est la taille du navire, fonction de  $bc_{t,d}$  le nombre de cargaisons à transporter sur le segment fluvial.  $bc_{t,d}$  est défini par les caractéristiques de l'unité fluviale utilisée.
- $e$  correspond à l'élasticité des coûts en capitaux par rapport à la taille du navire : « *ship size elasticity of capital cost* » Cullinane et Khanna (2000).
- $k$  représente le coût journalier du navire. Le paramètre  $k$  dépend de  $x_{bc}$  la taille du navire.
- $L_m$  exprime le nombre de journée(s) passée(s) aux ports (pour le transbordement et pour le chargement ou déchargement de la marchandise) et le nombre de jour(s) de navigation.  $L_m$  est fonction de la distance maritime  $D_m$  et du niveau de productivité des 2 ports maritimes que nous supposons identiques.
- Avec  $0 < e < 1$

L'élasticité est positive et inférieure à un. Les coûts en capitaux sont peu élastiques par rapport à la taille des navires. Ils sont peu sensibles à une augmentation de la taille des

navires. Si nous augmentons la taille d'un navire de 1% alors l'augmentation des coûts en capitaux qui en découle sera inférieure à 1%.

Cullinane et Khanna (2000) comparent leur estimation de l'élasticité des coûts en capitaux par rapport à la taille du navire ( $e$ ) avec les valeurs obtenues par d'autres auteurs Haldi et Whitcomb (1967), Thorburn (1960), Jansson et Schneerson (1987). Ils valident ainsi les caractéristiques de  $e$  à savoir :  $0 < e < 1$ .

Par ailleurs, une observation des prix des navires neufs au cours des deux dernières décennies permet de constater que les capacités de port en lourd s'accroissent plus rapidement que les coûts en capitaux (tableau 7).

**Tableau 7 : Prix représentatifs de navires neufs pour différentes années<sup>19</sup>.**

en millions de dollars	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Vraquier de 30 à 50.000 tpl</b>	17	11	24	25	20	18	15	22	30
<b>Vraquier de 70 à 74.000 tpl</b>	24	14	32	29	23	20	20	25	35
<b>Vraquier de 120.000 tpl</b>	32	27	45	40	40	34	31	47	61

Source : Review of maritime transport 2005, CNUCED, New York and Geneva 2005.<sup>20</sup>

En 2004, le passage d'un vraquier de 50.000 tpl à un autre de 120.000 tpl induit un doublement des coûts en capitaux. La capacité de transport est quant à elle plus que doublée.

Jansson et Shneerson (1982) estiment l'élasticité des coûts en capitaux par rapport à la taille du navire. Leurs résultats sont repris dans le tableau 8.

<sup>19</sup> À partir de 1995, les prix correspondent aux plus grosses unités.

<sup>20</sup> Chiffres calculés par le secrétariat de la CNUCED à partir de données tirées de *Lloyd's Shipping Economist*, diverses livraisons.

**Tableau 8 : Élasticité des coûts en capitaux par rapport à la taille du navire.**

<i>Ship Type</i>	<i>Capital Cost</i>	<i>Operating Cost (except fuel)</i>	<i>Fuel Cost (for propulsion)</i>
<b>Tramps</b>			
(Thorburn)	0,67	0,4	1,00
<b>Liner</b>			
(Getz <i>et al.</i> )	0,6	0,6	-
<b>Dry bulk carrier</b>			
(Goss and Jones)	0,7	0,4	0,8
<b>Tanker</b>			
(Heaver)	0,6	0,3	0,6
<b>Jansson &amp; Shneerson estimate</b>			
(regression results)	0,6	0,4	0,72

Source : J. O. Jansson and D. Shneerson, The Optimal ship size, Journal of Transport Economics and Policy, September 1982.

Nous retrouvons au travers de ces deux tableaux, une illustration des différentes propriétés de  $e : 0 < e < 1$ .

### B.3.a) Les coûts moyens et coûts marginaux du maritime.

Pour tous les navires dont la taille est inférieure à  $T_i^*$  ; le coût moyen et le coût marginal du maritime s'écrivent :

**Équation 12 : Le coût moyen du maritime.**

$$CM_m(bc_{t,d}) = \frac{L_m k x_{bc}^e}{bc_{t,d}} = L_m k x_{bc}^{(e-1)}$$

$$CM_m(bc_{t,d}) = L_m k x_{bc}^{(e-1)}$$

$$0 < e < 1 \text{ et } k > 0$$

$$CM_m > 0 ; \forall bc_{t,d} > 0$$

**Équation 13 : Le coût marginal du maritime.**

$$Cm_m(bc_{t,d}) = \frac{\partial L_m k x_{bc}^e}{\partial bc_{t,d}} = e L_m k x_{bc}^{(e-1)}$$

$$Cm_m(bc_{t,d}) = e L_m k x_{bc}^{(e-1)}$$

$$0 < e < 1 \text{ et } k > 0$$

$$Cm_m > 0 ; \forall bc_{t,d} > 0$$

Les coûts moyens et marginaux dépendent de  $x_{bc}^{(e-1)}$ .

$$Cm_m > 0 ; \forall bc_{t,d} > 0$$

$$\frac{\partial^2 L_m k x_{bc}^e}{\partial bc_{t,d}^2} = (e-1) e L_m k x_{bc}^{(e-2)}$$

$$(e-1) < 0 \text{ et } x_{bc}^{(e-2)} > 0, \forall bc_{t,d} > 0$$

$$\frac{\partial^2 L_m k x_{bc}^e}{\partial bc_{t,d}^2} < 0$$

Il est nécessaire d'étudier les fonctions de coûts moyens et marginaux pour identifier la nature des rendements d'échelle du maritime.

Le nombre de cargaisons à transporter  $bc_{t,d}$  dépend de  $t$  (le tonnage à transporter) et varie dans le même sens. La taille du navire  $x_{bc}$  dépend également de  $t$ . Il est en conséquence possible d'étudier la limite de  $x_{bc}^{(e-1)}$  lorsque  $t$  tend vers zéro et l'infini.

$$(e-1) < 0 ; \text{quelles sont les limites de } x_{bc}^{(e-1)} \text{ entre 0 et l'infini ?}$$

$$\lim_{t \rightarrow 0^+} x_{bc}^{(e-1)} = +\infty$$

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} x_{bc}^{(e-1)} = 0^+$$

Pour tous les navires dont la taille est inférieure ou égale à  $T_t^*$  ; la dérivée seconde de la fonction de coût du maritime est négative. Le coût marginal et le coût moyen dépendent tous deux de  $x_t^{(e-1)}$  décroissant pour tout  $t > 0$ . Ces deux fonctions sont décroissantes et tendent vers 0 à mesure que le tonnage transporté s'accroît. Par conséquent, les coûts totaux sont

croissants à un taux décroissant. Ils augmentent moins que proportionnellement par rapport à l'*output* ou le tonnage transporté. Le segment maritime présente donc des rendements d'échelle croissants.

Graphiquement nous aurons les relations suivantes :

Figure 7 : Fonction de coût du maritime.

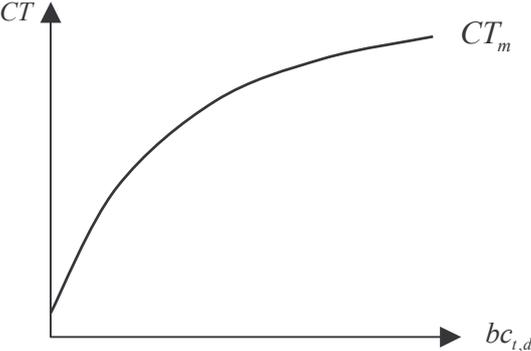
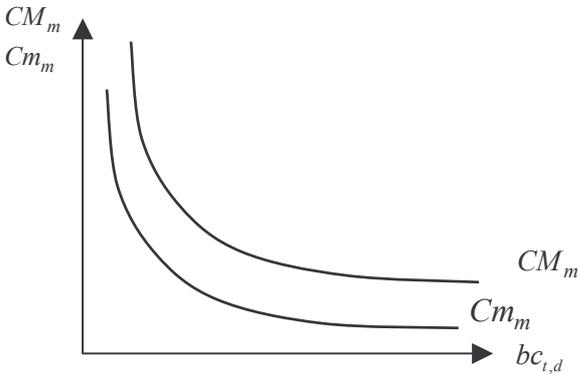


Figure 8 : Fonctions de coût moyen et marginal du maritime.



#### 4). La chaîne « fluvial + maritime ».

La fonction de coût de la solution « fluvial + maritime » regroupe trois composantes : les coûts du segment fluvial, du transbordement et du parcours maritime.

**Équation 14 : Le coût total de la chaîne « fluvial + maritime ».**

$$CT_{f+m}(bc_{t,d}) = CT_f(bc_{t,d}) + CT_{rc}(bc_{t,d}) + CT_m(bc_{t,d})$$

$$CT_{f+m}(bc_{t,d}) = E_f \times bc_{t,d} + G_{rc} \times bc_{t,d} + L_m k x_{bc}^e$$

Soit

$$CT_{f+m}(bc_{t,d}) = [E_f + G_{rc}] \times bc_{t,d} + L_m k x_{bc}^e$$

Quelle est la nature des rendements d'échelle de cette la chaîne de transport ?

Nous étudions les fonctions de coûts moyen et marginal de la chaîne « fluvial + maritime ».

*B.4.a) Les coûts moyens et marginaux de l'alternative « fluvial + maritime ».*

**Équation 15 : Le coût moyen de la chaîne « fluvial + maritime ».**

$$CM_{f+m}(bc_{t,d}) = CM_f(bc_{t,d}) + CM_{rc}(bc_{t,d}) + CM_m(bc_{t,d})$$

$$CM_{f+m}(bc_{t,d}) = E_f + G_{rc} + L_m k x_{bc}^{(e-1)}$$

$E, G, L$  et  $k$  sont des variables positives ; avec  $0 < e < 1$

**Équation 16 : Le coût marginal de la chaîne « fluvial + maritime ».**

$$Cm_{f+m}(bc_{t,d}) = Cm_f(bc_{t,d}) + Cm_{rc}(bc_{t,d}) + Cm_m(bc_{t,d})$$

$$Cm_{f+m}(bc_{t,d}) = E_f + G_{rc} + e L_m k x_{bc}^{(e-1)}$$

Avec  $0 < e < 1$  et  $E, G, L$  et  $k$  des paramètres constants et positifs.

La nature des rendements d'échelle de la solution « fluvial + maritime » dépend de  $x_t^{(e-1)}$  :

$$\frac{\partial^2 CT_{f+m}}{\partial bc_{t,d}^2} = \frac{\partial^2 CT_f}{\partial bc_{t,d}^2} + \frac{\partial^2 CT_{rc}}{\partial bc_{t,d}^2} + \frac{\partial^2 CT_m}{\partial bc_{t,d}^2}$$

$$\frac{\partial^2 CT_f}{\partial bc_{t,d}^2} = 0 \text{ et } \frac{\partial^2 CT_{rc}}{\partial bc_{t,d}^2} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{\partial^2 CT_{f+m}}{\partial bc_{t,d}^2} = \frac{\partial^2 CT_m}{\partial bc_{t,d}^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\partial^2 CT_m}{\partial bc_{t,d}^2} = (e-1)eL_m kx_{bc}^{(e-2)}$$

nous avons vu auparavant :

$$(e-1) < 0 ; L_m \text{ et } k > 0 ; \text{ et } x_{bc}^{(e-2)} > 0, \forall bc_{t,d} > 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{\partial^2 CT_m}{\partial bc_{t,d}^2} < 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{\partial^2 CT_{f+m}}{\partial bc_{t,d}^2} < 0$$

À l'instar du segment maritime, la fonction de coût de la solution « fluvial + maritime » présente des rendements d'échelles croissants. Néanmoins, les coûts moyens et marginaux ne tendent pas vers zéro à mesure que le tonnage s'accroît.

Limite de la fonction de coût moyen de la chaîne « fluvial + maritime » :

$$CM_{f+m}(bc_{t,d}) = CM_f(bc_{t,d}) + CM_{rc}(bc_{t,d}) + CM_m(bc_{t,d})$$

$$CM_{f+m}(bc_{t,d}) = E_f + G_{rc} + L_m kx_{bc}^{(e-1)}$$

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} CM_{f+m}(bc_{t,d}) = \lim_{t \rightarrow +\infty} E_f + G_{rc} + L_m kx_{bc}^{(e-1)}$$

nous savons que :

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} L_m kx_{bc}^{(e-1)} = \lim_{t \rightarrow +\infty} x_{bc}^{(e-1)} = 0^+$$

$$\Leftrightarrow \lim_{t \rightarrow +\infty} CM_{f+m}(bc_{t,d}) = \lim_{t \rightarrow +\infty} E_f + G_{rc} = E_f + G_{rc}$$

$$\lim_{t \rightarrow 0^+} CM_{f+m}(bc_{t,d}) = \lim_{t \rightarrow 0^+} E_f + G_{rc} + L_m kx_{bc}^{(e-1)}$$

nous savons que :

$$\lim_{t \rightarrow 0^+} L_m kx_{bc}^{(e-1)} = \lim_{t \rightarrow 0^+} x_{bc}^{(e-1)} = +\infty$$

$$\Leftrightarrow \lim_{t \rightarrow 0^+} CM_{f+m}(bc_{t,d}) = +\infty$$

Limite de la fonction de coût marginal de la chaîne « fluvial + maritime » :

$$Cm_{f+m}(bc_{t,d}) = Cm_f(bc_{t,d}) + Cm_{rc}(bc_{t,d}) + Cm_m(bc_{t,d})$$

$$Cm_{f+m}(bc_{t,d}) = E_f + G_{rc} + eL_m k x_{bc}^{(e-1)}$$

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} Cm_{f+m}(bc_{t,d}) = \lim_{t \rightarrow +\infty} E_f + G_{rc} + eL_m k x_{bc}^{(e-1)}$$

nous savons que :

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} eL_m k x_{bc}^{(e-1)} = \lim_{t \rightarrow +\infty} x_{bc}^{(e-1)} = 0^+$$

$$\Leftrightarrow \lim_{t \rightarrow +\infty} Cm_{f+m}(bc_{t,d}) = \lim_{t \rightarrow +\infty} E_f + G_{rc} = E_f + G_{rc}$$

$$\lim_{t \rightarrow 0^+} Cm_{f+m}(bc_{t,d}) = \lim_{t \rightarrow 0^+} E_f + G_{rc} + eL_m k x_{bc}^{(e-1)}$$

nous savons que :

$$\lim_{t \rightarrow 0^+} eL_m k x_{bc}^{(e-1)} = \lim_{t \rightarrow 0^+} x_{bc}^{(e-1)} = +\infty$$

$$\Leftrightarrow \lim_{t \rightarrow 0^+} Cm_{f+m}(bc_{t,d}) = +\infty$$

Graphiquement nous avons les relations suivantes :

**Figure 9 : Fonction de coût total de l'alternative « fluvial+maritime ».**

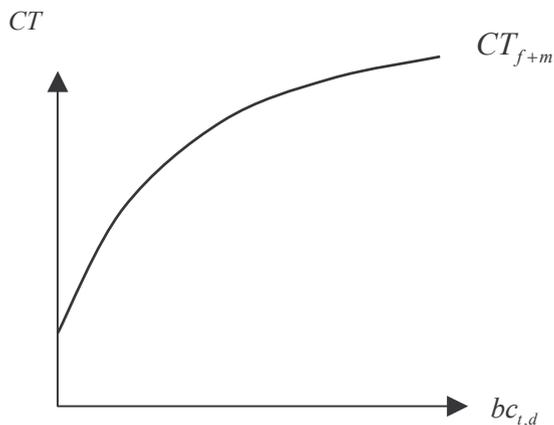


Figure 10 : Fonction de coût moyen de l'alternative « fluvial + maritime ».

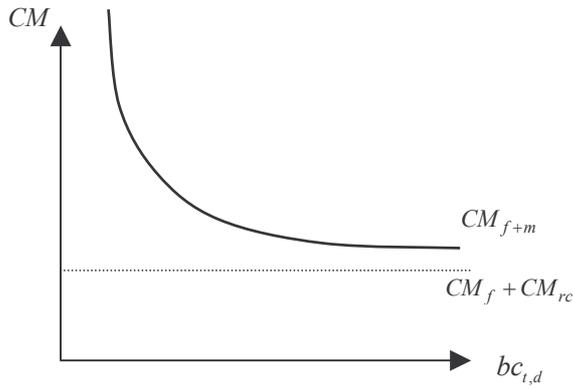
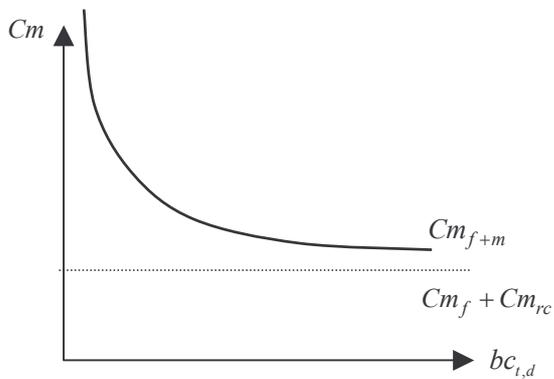


Figure 11 : Fonction de coût marginal de l'alternative « fluvial + maritime ».



Pour tout navire dont la taille est inférieure ou égale à l'optimum défini plus haut ( $T_t^*$ ); à mesure que le tonnage transporté augmente, le coût moyen du service « barge + cabotage maritime » tend vers la somme des coûts moyens du fluvial et de la rupture de charge. Il en est de même pour le coût marginal qui a pour asymptote horizontale la somme des coûts marginaux du fluvial et du transbordement (passage de l'environnement fluvial au maritime ou inversement).

## C. *Seuil de basculement et partage du marché.*

Le fluvio-maritime a des rendements constants alors qu'ils sont croissants (jusqu'à la limite  $T_t^*$ ) pour la chaîne « fluvial + maritime ». Les deux options sont-elles en concurrence ? Si concurrence il y a, à partir de quel volume faut-il privilégier l'une ou l'autre alternative ?

Toute entreprise concurrentielle cherche à atteindre le niveau de production ( $q$ ) qui lui assure un profit ( $\pi$ ) maximum, en respectant la relation suivante :

$$\pi(q) = TR - TC = p(q)q - C(q)$$

$TR$  le revenu total.

$TC$  le coût total.

La maximisation du profit consiste à produire la quantité pour laquelle la recette marginale s'égalise avec le coût marginal. C'est-à-dire, la quantité pour laquelle la recette supplémentaire perçue sur une unité additionnelle d'*output* est exactement égale au coût supplémentaire de production de cette unité additionnelle. Ceci nous donne :

$$\max_y \pi = R(y) - c(y)$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta R}{\Delta y} = \frac{\Delta c}{\Delta y} \Leftrightarrow Rm = Cm$$

- ✓ Si  $Rm > Cm$  ; produire une unité additionnelle rapporte plus de revenu qu'il en coûte. L'entreprise a donc intérêt à accroître sa production : les revenus additionnels sont supérieurs aux coûts additionnels.
- ✓ Si  $Rm < Cm$  ; les coûts additionnels sont supérieurs aux revenus additionnels. Le producteur doit arrêter de produire.

Fluvio-maritime et « fluvial + maritime » sont placés en concurrence. La première alternative n'est pertinente que si elle offre des coûts de transports inférieurs à la seconde (et inversement) : cf. équation du fluvio-maritime – la suppression du coût de transbordement (fleuve/mer ou mer/fleuve) compense les deux surcoûts (fluvial et maritime).

Tout opérateur aura intérêt à « produire » tant que le coût de transport d'un *output* additionnel sera inférieur à celui de son concurrent. Ainsi, un transporteur fluvio-maritime continuera

d'acheminer de la marchandise tant que son coût marginal sera inférieur à celui de l'opérateur exploitant la chaîne « fluvial + maritime ».

Chaque firme arrête de produire au niveau qui égalise son coût marginal avec celui de l'entreprise concurrente. Chaque transporteur recherche la quantité maximale d'*outputs* (tonnage ou cargaison) qui lui permet de conserver un coût de production au plus équivalent à celui de son concurrent. Le niveau optimal de production de chaque opérateur correspond à la quantité d'*outputs* qui égalise les coûts marginaux des deux chaînes de transports. La condition d'optimalité devient donc une égalité entre les deux coûts marginaux. Le point d'intersection entre les courbes de coût marginal définit le seuil de basculement entre les options fluvio-maritime et « fluvial + maritime ». Il correspond au tonnage qui partage le marché entre les deux logistiques.

Le seuil de basculement se définit par :

**Équation 17 : Fluvio-maritime et « fluvial + maritime » ; seuil de basculement.**

$$\begin{aligned}
 Cm_{FM}(bc_{t,d}) &= Cm_{f+m}(bc_{t,d}) \\
 (A_f + B_m) &= eL_m k x_{bc}^{(e-1)} \\
 \\ 
 \Leftrightarrow (A_f + B_m) &= E_f + G_{rc} + eL_m k x_{bc}^{(e-1)} \\
 \Leftrightarrow \frac{(A_f + B_m) - (E_f + G_{rc})}{eL_m k} &= x_{bc}^{(e-1)} \\
 \Leftrightarrow \left[ \frac{(A_f + B_m) - (E_f + G_{rc})}{eL_m k} \right]^{\frac{1}{(e-1)}} &= x_{bc}^*
 \end{aligned}$$

$x_{bc}^*$  est le seuil de basculement entre les deux alternatives de transports.  $x_{bc}^*$  indique la taille optimale du navire de mer qui partage le marché.  $x_{bc}^*$  dépend de  $bc_{t,d}$  qui est fonction de  $t$  le tonnage total à transporter.

La flotte maritime offre une grande diversité. Le tableau ci-dessous reprend pour l'année 2004 les arrivées de navires de vracs solides escalant dans les principaux ports de l'Union Européenne (UE à 15 – ports traitant plus de 1 million de tonnes de marchandise par an).

**Tableau 9 : Trafic de vracs solides selon la taille des navires (année 2004).**

<i>taille des navires (en tonnes)</i>	<i>nombre de navires</i>
<b>Moins de 100</b>	69
<b>De 100 à 500 exclus</b>	3 564
<b>De 500 à 1 000 exclus</b>	1 736
<b>De 1 000 à 2 000 exclus</b>	7 261
<b>De 2 000 à 3 000 exclus</b>	5 367
<b>De 3 000 à 4 000 exclus</b>	3 694
<b>De 4 000 à 5 000 exclus</b>	1 588
<b>De 5 000 à 6 000 exclus</b>	1 083
<b>De 6 000 à 7 000 exclus</b>	617
<b>De 7 000 à 8 000 exclus</b>	626
<b>De 8 000 à 9 000 exclus</b>	342
<b>De 9 000 à 10 000 exclus</b>	400
<b>De 10 000 à 20 000 exclus</b>	4 029
<b>De 20 000 à 30 000 exclus</b>	2 526
<b>De 30 000 à 40 000 exclus</b>	2 492
<b>De 40 000 à 50 000 exclus</b>	734
<b>De 50 000 à 80 000 exclus</b>	664
<b>De 80 000 à 100 000 exclus</b>	829
<b>De 100 000 à 150 000 exclus</b>	115
<b>De 150 000 à 200 000 exclus</b>	51
<b>De 200 000 à 250 000 exclus</b>	1
<b>De 250 000 à 300 000 exclus</b>	0
<b>Plus de 300 000</b>	2
<b>Inconnu</b>	77
<b>TOTAL</b>	<b>37 867</b>

Source : Copyright © Eurostat. All Rights Reserved.

En raison de la grande diversité de la flotte maritime, il est toujours possible de faire correspondre une cargaison (dans la limite de l'optimum défini par les économistes :  $T_t^*$ ) à un navire de taille équivalente. Par ailleurs,  $x_{bc}^*$  la taille du navire qui partage le marché s'exprime en tonnes.

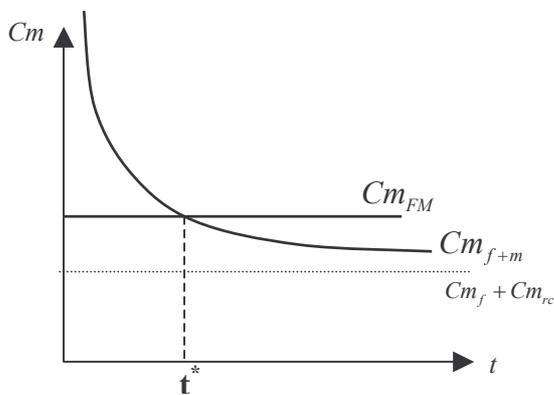
Nous pouvons donc écrire :

$$\left[ \frac{(A_f + B_m) - (E_f + G_{rc})}{eL_m k} \right]^{\frac{1}{(e-1)}} = t^*$$

Le seuil de basculement dépend de l'écart entre coût marginal du fluvio-maritime :  $(A+B)$  et la somme du coût marginal du fluvial et de la rupture de charge  $(E+G)$ .

Le point d'intersection entre le coût marginal du fluvio-maritime et de la chaîne associant fluvial et maritime définit le seuil de basculement  $t^*$ . Graphiquement nous obtenons.

**Figure 12 : Le seuil de basculement entre fluvio-maritime et « fluvial + maritime ».**



Le fluvio-maritime est pertinent de 0 à  $t^*$  ; au-delà de  $t^*$  le service « fluvial + maritime » est économiquement plus attractif. Jusqu'à  $t^*$  le fluvio-maritime dispose d'un avantage de coûts. À échelle d'opérations équivalente, le fluvio-maritime offre un coût de transport inférieur au service fourni par la solution associant fluvial et maritime ; inversement après  $t^*$ . Chaque chaîne de transport en comparaison avec l'autre bénéficie d'un avantage de coûts, avantage néanmoins partiel et délimité par  $t^*$ .

Le fluvio-maritime apparaît plus efficace pour l'acheminement de cargaisons correspondant à de faibles tonnages. La solution « fluvial + maritime » pour sa part est plus compétitive pour de plus gros volumes.

Que se passe-t-il si le coût marginal du fluvio-maritime tend vers la somme des coûts marginaux du fluvial et de la rupture de charge ?

$$\left[ \frac{(A_f + B_m) - (E_f + G_{rc})}{eL_m k} \right]^{\frac{1}{e-1}} = t^*$$

étude de la limite de  $t^*$  lorsque  $(A_f + B_m)$  tend vers  $(E_f + G_{rc})$

$$0 < e < 1 \Rightarrow \frac{1}{e-1} < 0$$

$$\lim_{(A_f+B_m) \rightarrow (E_f+G_{rc})} (A_f + B_m) - (E_f + G_{rc}) = 0$$

$$\Leftrightarrow \lim_{(A_f+B_m) \rightarrow (E_f+G_{rc})} \frac{(A_f + B_m) - (E_f + G_{rc})}{eL_m k} = 0$$

$$\text{posons : } X = \frac{(A_f + B_m) - (E_f + G_{rc})}{eL_m k}$$

$$X^{\left(\frac{1}{e-1}\right)} = \frac{1}{X^{\left(\frac{1}{1-e}\right)}}$$

$$\lim_{X \rightarrow 0^+} X^{\left(\frac{1}{1-e}\right)} = 0^+$$

$$\Leftrightarrow \lim_{X \rightarrow 0^+} \frac{1}{X^{\left(\frac{1}{1-e}\right)}} = +\infty$$

$$\Leftrightarrow \lim_{(A_f+B_m) \rightarrow (E_f+G_{rc})} \left[ \frac{(A_f + B_m) - (E_f + G_{rc})}{eL_m k} \right]^{\frac{1}{e-1}} = \lim_{(A_f+B_m) \rightarrow (E_f+G_{rc})} t^* = +\infty$$

Plus  $(A_f + B_m)$  est proche de  $(E_f + G_{rc})$  plus le seuil de basculement sera grand,  $t^*$  se déplace vers la droite. Le degré de pertinence du fluvio-maritime s'accroît.

- Si  $(A_f + B_m) = (E_f + G_{rc})$  ; la courbe de coût marginal du fluvio-maritime se confond avec l'asymptote de la courbe de coût marginal du « fluvial + maritime ». Le seuil de basculement est indéterminé. Le coût marginal du « fluvial + maritime » tend vers le coût marginal du fluvio-maritime sans jamais l'atteindre. Le partage du marché s'effectue en faveur des opérateurs fluvio-maritimes qui bénéficient d'un coût marginal inférieur quel que soit le tonnage transporté.

- Si  $(A_f + B_m) < (E_f + G_{rc})$  ; le coût marginal du fluvio-maritime est inférieur à l'asymptote du coût marginal de la chaîne « fluvial + maritime ». Il n'existe pas de seuil de basculement. Le fluvio-maritime détient alors un avantage absolu de coûts. Quel que soit le tonnage transporté, la solution « fluvial + maritime » se caractérisera par des coûts marginaux toujours supérieurs à ceux du fluvio-maritime.

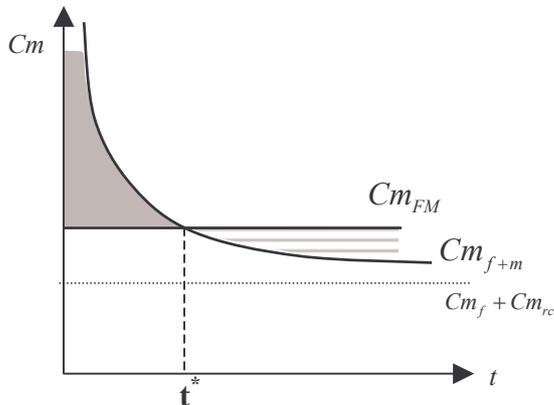
Lorsque  $(A_f + B_m) = (E_f + G_{rc})$  et  $(A_f + B_m) < (E_f + G_{rc})$ , les opérateurs fluvio-maritimes disposent d'un avantage de coût tel que défini par Bain (1956) dans sa théorie des barrières à l'entrée. Les avantages absolus de coûts existent lorsqu'un nouvel entrant ne peut accéder à la courbe de coût moyen des firmes en place. Si nous identifions le fluvio-maritime comme étant la firme installée et la chaîne de transport « fluvial + maritime » comme le nouvel entrant, nous retrouvons l'énoncé de Bain : « *...if the prospective unit costs of production of potential entrant firms are generally, and more or less at any common scale of operations, higher than those of established firms...* » (Bain, 1956, p. 44). Le nouvel entrant devra obligatoirement produire à un coût moyen supérieur à celui proposé par la firme installée. Malgré l'existence de rendements d'échelle croissants sur le segment maritime et quel que soit le tonnage le fluvio-maritime a un coût de transport inférieur à celui de l'association des modes maritime et fluvial.

- Inversement si  $(A_f + B_m) > (E_f + G_{rc})$ , plus l'écart entre  $(A_f + B_m)$  et  $(E_f + G_{rc})$  sera important plus le seuil de basculement se déplacera vers la gauche et tendra vers 0.

Il est nécessaire de satisfaire l'inégalité  $(A_f + B_m) > (E_f + G_{rc})$  faute de quoi, il n'existe pas de partage du marché. En effet, le seuil de basculement n'existe que si le fluvio-maritime présente des surcoûts (terrestres et maritimes) par rapport à l'option associant fluvial et maritime.

Chaque alternative dispose d'un avantage partiel de coût comparativement à l'autre (cf. figure 13)

Figure 13 : Le seuil de basculement entre fluvio-maritime et « fluvial + maritime ».



*Si chaque secteur d'activité (fluvio-maritime et « fluvial + maritime ») n'est composé que d'une seule entreprise :*

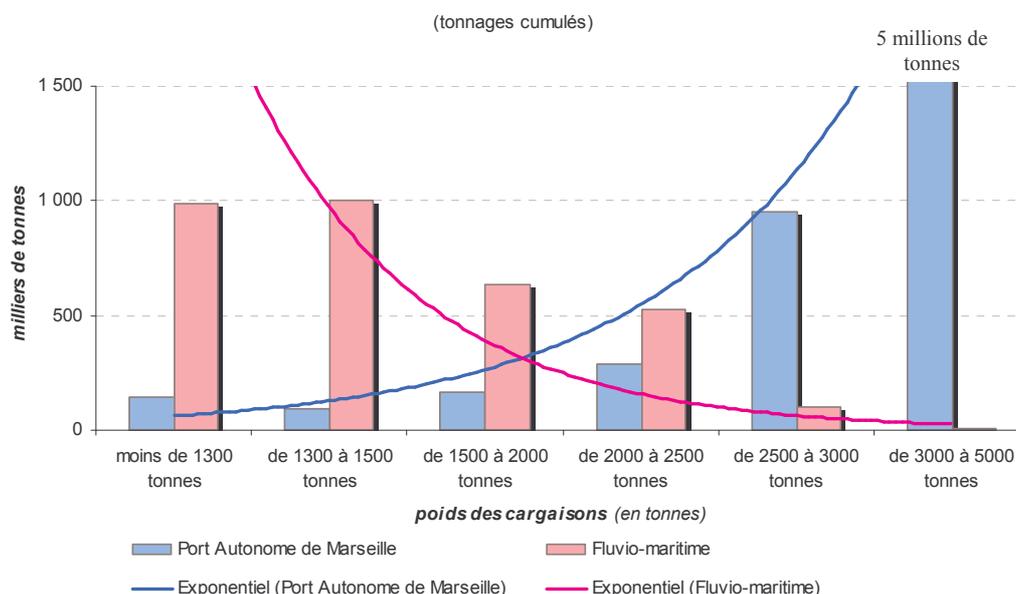
Entre 0 et  $t^*$ , l'entreprise fluvio-maritime réalise des surprofits, zone grisée (à gauche de  $t^*$ ). Les surprofits de l'opérateur « fluvial + maritime » correspondent à la zone hachurée horizontalement (à droite de  $t^*$ ). Il s'agit de l'aire comprise entre la courbe de coût marginal du fluvio-maritime et celle du « fluvial + maritime ».

Fluvio-maritime et « fluvial + maritime » ne sont en concurrence qu'à proximité du seuil de basculement où les coûts de transport sont proches. L'absence de concurrence entre les deux alternatives se traduit par une certaine complémentarité. Cette complémentarité permet de combiner une desserte fine (pour de petits lots) du bassin méditerranéen avec une offre de transports massifiés.

Les deux options de transport sont certes complémentaires ; toutefois quel est le tonnage qui partage le marché entre les deux alternatives ? Quelle est la valeur de  $t^*$  le seuil de basculement ?

Faute de données suffisantes, nous ne sommes pas en mesure d'établir de manière précise les coûts marginaux de chaque option. Cependant, le partage théorique du marché se retrouve dans les statistiques de transport. Ainsi, la comparaison des tonnages fluvio-maritimes et des trafics de vracs solides manutentionnés au Port Autonome de Marseille nous fournira une estimation du seuil de basculement (cf. graphique 9).

**Graphique 9 : Comparaison des trafics manutentionnés par le Port Autonome de Marseille et le trafic fluvio-maritime sur Rhône-Saône pour la période 2000-2004.**



Source : C. Lopez, Port Autonome de Marseille, VNF.

Pour la période 2000-2004, les cargaisons de moins de 1.500 tonnes sont dans une large majorité transportées par fluvio-maritime. Ce dernier concentre un volume de 2 millions de tonnes contre 235.000 tonnes pour le Port Autonome de Marseille (quel que soit le mode terrestre). A mesure que le poids des cargaisons s'accroît, la pertinence (part de marché) du fluvio-maritime se réduit. Le PAM a traité entre 2000 et 2004, plus de 5 millions de tonnes de marchandises dont le poids des cargaisons est compris entre 3.000 et 5.000 tonnes. À poids de cargaison identique, le fluvio-maritime n'a acheminé que 7.000 tonnes sur la période. Le seuil de basculement s'établit aux environs de 2.000 tonnes. Au-delà de 2.000 tonnes la part des trafics traités par fluvio-maritime décroît, quant au PAM il voit ses tonnages croître de manière exponentielle. Entre 2000 et 2004, le fluvio-maritime a traité près de 90% des cargaisons d'un poids inférieur à 2.000 tonnes, soit plus de 2,6 millions de tonnes. La situation s'inverse pour les cargaisons dont le poids est compris entre 2.500 et 5.000 tonnes. Sur ce dernier segment, le PAM détient plus de 90% des parts de marché, avec 6,3 millions de tonnes.

La segmentation du marché est précise. Chaque option de transport dispose d'une niche. Le fluvio-maritime peut transporter à moindre coût des lots de faibles tonnages alors que le fluvial associé au maritime est plus concurrentiel pour des volumes importants.

L'acheminement de colis lourds et autres pièces, sensibles aux manutentions, constitue également le créneau du fluvio-maritime. La suppression de la rupture de charge est alors déterminante.

Le fluvio-maritime assure une desserte fine du bassin méditerranéen et touche de nombreux petits ports qui ne pourrait pas l'être au départ du port de Marseille. La chaîne « fluvial + maritime » garantit une massification des flux entre Rhône-Saône et la Méditerranée. Il est dès lors concevable d'évoquer une certaine complémentarité entre les deux options avec d'un côté une offre de transports massifiés et de l'autre un service diffus pour des volumes restreints.

Le fluvio-maritime satisfait des demandes de transport pour de petits volumes et rallie des ports qui ne sont pas desservis au départ du PAM, en raison notamment des schémas de lignes régulières. Par ailleurs, l'outillage portuaire marseillais peut paraître sur-dimensionné pour traiter de petits navires et donc de petits lots. Les navires appareillant du port de Marseille doivent retrouver à destination un accès nautique au moins équivalent. Aucun port fluvial de l'axe Rhône-Saône ne peut proposer une telle accessibilité nautique, pas même Arles qui dispose pourtant des conditions de navigation les plus avantageuses.

Dans une hypothèse de pleine utilisation (maximisation) de l'outillage portuaire et des navires, les flux de marchandises connectent entre eux, des ports ayant une infrastructure et un accès nautique équivalent. D'autre part, les ports maritimes privilégient souvent les plus gros navires car les droits de port (recettes) dépendent de leur volume géométrique. Plus un navire sera gros, plus il sera profitable de le traiter. La chaîne « fluvial + maritime » se positionne sur un segment de marché comprenant des lots de 3.000 à 10.000 tonnes, comme il se fait à Port Tellines. Port Tellines est un terminal céréalier du PAM dédié à l'interface maritime et fluviale.

Les clients du fluvio-maritime ont généralement des besoins de transport correspondants à des lots d'environ 2.000 tonnes. Certaines minoteries italiennes importent fréquemment des céréales de Bourgogne par fluvio-maritime. Le choix de ce mode obéit principalement à une contrainte de capacités de production. En effet, elles ne peuvent pas traiter de plus gros volumes car leur outil de production est incapable d'absorber des quantités supérieures. La chaîne « fluvial+maritime » est surdimensionnée par rapport à leurs besoins.

## **D. L'organisation du marché de transport.**

*Nous supposons un marché de transport sur lequel deux firmes sont positionnées : d'un côté un opérateur fluvio-maritime et de l'autre un transporteur associant fluvial et maritime.*

Consciente de disposer d'une niche de marché, chaque entreprise peut adopter un comportement monopolistique.

Les prix pratiqués sont compris entre les deux courbes de coûts marginaux. Le coût marginal de l'autre option de transport constitue un plafond à ne pas dépasser sous peine d'entrer en concurrence.

Selon la nature des produits à transporter, la firme fluvio-maritime est en mesure de pratiquer une discrimination par les prix. Le « monopoleur » pratique des prix différents selon les besoins du chargeur c'est-à-dire une discrimination au troisième degré.

Si l'entreprise fluvio-maritime est capable de distinguer deux groupes d'individus ; d'un côté des céréaliers et de l'autre un chargeur spécialisé dans les colis lourds ; elle peut vendre son service de transport à des prix différents. Nous supposons que les deux groupes d'utilisateurs du fluvio-maritime ne peuvent pas se « revendre » le service de transport.

Soit  $p_1(y_1)$  et  $p_2(y_2)$ , les fonctions de demande inverse des groupes 1 et 2 et  $c(y_1 + y_2)$  le coût de production de l'*output*. Le problème de maximisation du profit auquel est confrontée la firme s'écrit :

$$\max_{y_1, y_2} p_1(y_1)y_1 + p_2(y_2)y_2 - c(y_1 + y_2)$$

$$s.c. p_1 \text{ et } p_2 < Cm_{f+m}$$

la solution optimale doit respecter les conditions suivantes

$$Rm_1(y_1) = Cm(y_1 + y_2)$$

$$Rm_2(y_2) = Cm(y_1 + y_2)$$

Sur chaque marché, le coût marginal de production d'une unité supplémentaire d'*output* doit être égal à la recette marginale de chaque marché. Puisque le coût marginal est identique sur les deux marchés, la recette marginale doit être également semblable sur les deux marchés. Il est possible d'utiliser la formule de la recette marginale en terme d'élasticité pour écrire les conditions de maximisation du profit :

$$Rm_1(y_1) = p_1(y_1) \left[ 1 - \frac{1}{|\varepsilon_1(y_1)|} \right] = Cm_1(y_1 + y_2)$$

$$Rm_2(y_2) = p_2(y_2) \left[ 1 - \frac{1}{|\varepsilon_2(y_2)|} \right] = Cm_2(y_1 + y_2)$$

avec  $\varepsilon_1(y_1)$  l'élasticité de la demande du groupe 1 par rapport au prix  $p_1$   
 et  $\varepsilon_2(y_2)$  l'élasticité de la demande du groupe 2 par rapport au prix  $p_2$

Où  $\varepsilon_1(y_1)$  et  $\varepsilon_2(y_2)$  représentent les élasticités de la demande sur les deux marchés évaluées au niveau des *outputs* qui maximisent le profit.

$$\varepsilon_1(y_1) = \frac{p_1 \Delta y_1}{y_1 \Delta p_1} \quad \text{et} \quad \varepsilon_2(y_2) = \frac{p_2 \Delta y_2}{y_2 \Delta p_2}$$

Si  $p_1 > p_2$ , nous devons avoir :

$$1 - \frac{1}{|\varepsilon_1(y_1)|} < 1 - \frac{1}{|\varepsilon_2(y_2)|} \quad \text{ceci implique que} \quad \frac{1}{|\varepsilon_1(y_1)|} > \frac{1}{|\varepsilon_2(y_2)|}$$

ou encore que

$$|\varepsilon_1(y_1)| > |\varepsilon_2(y_2)|$$

Ainsi, le marché avec le prix le plus élevé doit avoir l'élasticité de la demande la plus faible. Une demande élastique est une demande sensible au prix. Une entreprise qui discrimine en termes de prix pratiquera un prix faible pour le groupe sensible au prix et un prix élevé pour le groupe relativement insensible au prix. Une telle tarification est très proche de la tarification dite de Ramsey-Boiteux. Celle-ci consiste à établir les tarifs de telle sorte que l'écart entre le prix du service et son coût (marginal) soit proportionnel à l'inverse de

l'élasticité au prix de la demande. Ceci revient à accroître la contribution des clients les plus captifs.

Dans notre exemple nous avons d'un côté des céréaliers très sensibles aux coûts de transport et de l'autre des exportateurs de colis lourds (type Framatome à Chalon). Les premiers sont en concurrence au niveau international avec des producteurs d'Europe de l'Est. A qualité de céréales identique, le coût de transport de la marchandise vers son lieu de consommation finale sera décisif.

Les seconds, en revanche, produisent des biens à forte valeur ajoutée et relativement délicats à transporter. La réduction du nombre de ruptures de charge est un facteur décisif dans le choix modal.

Ainsi, le groupe constitué d'exportateurs de colis lourds est moins sensible au prix que les céréaliers. Ils sont donc disposés à payer un fret supérieur à la normale pour optimiser les conditions de transport de leurs produits.

L'entreprise fluvio-maritime est également en mesure de pratiquer une discrimination au second degré. Les prix diffèrent selon les quantités achetées. Les contrats au tonnage en sont une illustration. Le transporteur s'engage à acheminer pendant une période donnée un tonnage déterminé, moyennant un prix à la tonne librement débattu entre les deux parties. Cette formule présente l'avantage de garantir des taux de fret constants quelle que soit l'évolution du marché. Si ce dernier est à la hausse l'accord est à l'avantage du chargeur (il ne subit pas la hausse des frets) et au détriment de l'armateur (qui ne profite pas de la montée des prix) ; et inversement lorsque la tendance du marché est à la baisse. Les contrats au tonnage apportent aux armateurs un fond de cale nécessaire à l'exploitation de leur(s) navire(s). A l'image d'un filet de sécurité, le fluvio-maritime est assuré d'un niveau minimum d'activité quelle que soit la conjoncture.

Les contrats au voyage ou spot : mise à disposition du navire pour un seul et unique voyage, obéissent à une discrimination de troisième degré. Le fret dépend de la sensibilité du chargeur à la variation des prix.

En règle générale, les armateurs cherchent toujours à se couvrir contre une partie du risque (assurent leurs arrières), en s'engageant dans des contrats au tonnage tout en conservant une certaine marge de liberté, pour répondre à des contrats au voyage ou spot.

### **III. L'aire de navigation du fluvio-maritime.**

La pertinence du fluvio-maritime peut être abordée sous divers angles. Une première démarche peut consister à déterminer le seuil de basculement entre deux options de transport relativement proches : le fluvio-maritime et le fluvial associé au maritime après rupture de charge. Cette approche nous a permis de démontrer une certaine complémentarité entre les deux alternatives. La concurrence entre les deux options de transport ne s'opère qu'à proximité du seuil de basculement  $t^*$ . Une autre lecture de la pertinence du fluvio-maritime consiste à adopter et compléter la démarche de Rissoan (1987) en déterminant l'aire de navigation du fluvio-maritime.

Cette aire de navigation ou zone de pertinence exprime l'aire géographique de compétitivité du fluvio-maritime. En d'autres termes, il s'agit de délimiter la zone (niveau de pénétration continentale et parcours maritime) dans laquelle le fluvio-maritime dispose d'un avantage partiel de coûts.

En reprenant l'équation du fluvio-maritime définie par Rissoan (1987) et à partir d'une analyse comparative des coûts de transport, nous serons en mesure de répondre à la question : au départ d'un port donné de Rhône-Saône, pour un tonnage donné jusqu'à quelle distance parcourue en mer le fluvio-maritime reste plus concurrentiel qu'une autre option de transport ?

## A. La géographie du fluvio-maritime : l'analyse de Rissoan.

La solution fluvio-maritime n'est intéressante que si l'économie liée à la suppression de la rupture de charge compense la somme des deux surcoûts (fluvial et maritime). Le fluvio-maritime offre des taux de fret supérieurs au maillon fluvial et au maritime si nous le considérons de manière isolée sur chaque segment de transport. Nous reprenons l'équation 1 définie précédemment :

Équation 18 : L'équation du fluvio-maritime :

$$\begin{array}{l}
 \text{Surcoût du fluvio-maritime} \\
 \text{sur le maillon terrestre} \\
 \text{(surcoût fluvial)}
 \end{array}
 +
 \begin{array}{l}
 \text{Surcoût du fluvio-maritime} \\
 \text{sur le maritime} \\
 \text{(surcoût maritime)}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{l}
 \text{Économie (suppression) du} \\
 \text{coût de transbordement} \\
 \text{(coût de manutention, droits de} \\
 \text{port, coût d'attente au port)}
 \end{array}$$

Cette équation devient :

$$C_{rc}(t) \geq SC_f(t; d_f) + SC_m(t; d_m)$$

Avec

$C_{rc}(t)$  le coût de la rupture de charge, fonction du tonnage et de la nature du produit transporté.

$SC_f(t; d_f)$  le surcoût du fluvio-maritime sur la partie terrestre (fluvial) qui dépend à la fois de la distance parcourue sur le fleuve  $d_f$  et du tonnage  $t$ .

$SC_m(t; d_m)$  le surcoût sur le segment maritime fonction de la distance maritime  $d_m$  et du tonnage  $t$ .

Pour tout tonnage transporté par fluvio-maritime, l'équation comporte deux inconnues : les deux distances qu'il est possible de parcourir : sur le fleuve et en mer ( $d_f$  et  $d_m$ ). Ces deux variables forment les points critiques de remontée continentale et de traversée maritime. Rissoan (1987). « Il y a un point critique de remontée continentale et un point critique de

*traversée maritime qu'ils [les navires fluvio-maritimes] ne peuvent dépasser.* »<sup>21</sup>. Les deux points critiques ( $d_f$  et  $d_m$ ) forment l'aire de navigation du fluvio-maritime et sont interdépendants : plus le parcours fluvial est important, plus la distance admissible en mer se réduit et inversement.

Si les deux grandeurs  $d_f$  et  $d_m$  sont inconnues, nous supposons le tonnage à transporter connu. Le montant de la rupture de charge l'est donc également. Il n'est pas possible de définir simultanément les deux points critiques – l'un sur le fleuve  $\mathbf{d}_f^*$  et l'autre en mer  $\mathbf{d}_m^*$  – évoqués par Rissoan (1987). Pour un tonnage donné nous devons fixer l'un des deux paramètres ( $d_f$  ou  $d_m$ ).

Rissoan résout son équation à l'aide d'une démarche séquentielle. Pour un navire fluvio-maritime de référence (1.200 tonnes de capacité) il déduit, selon la nature du produit le montant de l'économie du coût de transbordement. Il détermine, ensuite, la distance fluviale qui annule l'avantage de coût du fluvio-maritime, tel que :

$$SC_f(t; d_f) = C_{rc}(t) \text{ avec } d_f \text{ inconnu et } t \text{ connu.}$$

L'économie du coût de transbordement finance alors en intégralité le surcoût fluvial. Le parcours maritime est donc nul. Rissoan détermine ainsi la distance fluviale maximale qui annule tout avantage de coûts du fluvio-maritime. Il fait correspondre à cette distance, le port fluvial le plus proche, mais dont la distance par rapport à la mer est inférieure à la distance fluviale maximale obtenue.

Pour ce port fluvial, le surcoût fluvial devient inférieur au coût de transbordement :  $SC_f(t; d_f) \leq C_{rc}(t)$ . La différence entre  $C_{rc}(t)$  et  $SC_f(t; d_f)$  permet alors de compenser le surcoût maritime. Ramenée à la tonne cette somme indique le niveau du différentiel de fret qu'il est possible de compenser sur le segment maritime entre fluvio-maritime et maritime « pur ».

---

<sup>21</sup> J.P. RISSOAN, *Le Rhône et la mer, la navigation fluvio-maritime rhodanienne*, Institut des études rhodaniennes de Lyon, 1987, page 189.

Nous reprenons l'analyse numérique de Risoan. Les éléments de coûts ci-dessous ne sont plus d'actualité. L'ouvrage auquel il est fait référence date de 1987.

Risoan suppose le transport d'un lot de 1.200 tonnes. Pour des produits pulvérulents (phosphates, argiles...) le coût moyen de transbordement était de 5,33 euros/tonne.

Connaissant le coût du transbordement et le montant du surcoût fluvial estimé à environ 0,02 centime d'euro par t-km, Risoan recherche la distance fluviale qui annule l'avantage de coûts du fluvio-maritime. Cette distance fluviale est exprimée par "x".

$$\begin{array}{ccccccc} \text{surcoût fluvial} & \times & \text{tonnage} & \times & \text{"x"} & = & \text{montant de l'économie du} \\ \text{en euros par t-km} & & \text{transporté} & & & & \text{coût de transbordement} \end{array}$$

Dans le cadre d'un transport d'argile nous avons donc :  $0,02 \times 1.200 \times "x" = 6.400 \text{ euros}$ <sup>22</sup>

Nous obtenons "x" = 233 km

Risoan fait correspondre Valence (198 km) aux 233 km obtenus. Il estime ensuite le surcoût fluvial pour desservir ce port. Ce surcoût est inférieur au coût de transbordement. Il reste donc un reliquat permettant de compenser le surcoût maritime.

Le surcoût fluvial pour desservir Valence était de 5.400 euros contre 6.400 euros pour les frais de transbordement :

$$0,02 \times 1.200 \times 198 = 5.400 \text{ euros.}$$

Les 1.000 euros restant servent alors à financer le surcoût maritime.

Faute d'éléments chiffrés sur le segment maritime, Risoan n'a pas été en mesure d'évaluer le surcoût maritime. Toutefois, ramenée à la tonne la somme de 1.000 euros permettait de compenser un différentiel de fret sur le segment maritime (entre fluvio-maritime et maritime pur) de 0,85 euro/tonne. Le fluvio-maritime pouvait donc offrir des frets sur le segment maritime au plus supérieurs de 0,85 euro/tonne à ceux d'un caboteur de taille équivalente. Risoan a recherché les frets pour différentes destinations en Méditerranée répondant à ces critères. Il a ainsi pu dégager l'aire de navigation du fluvio-maritime.

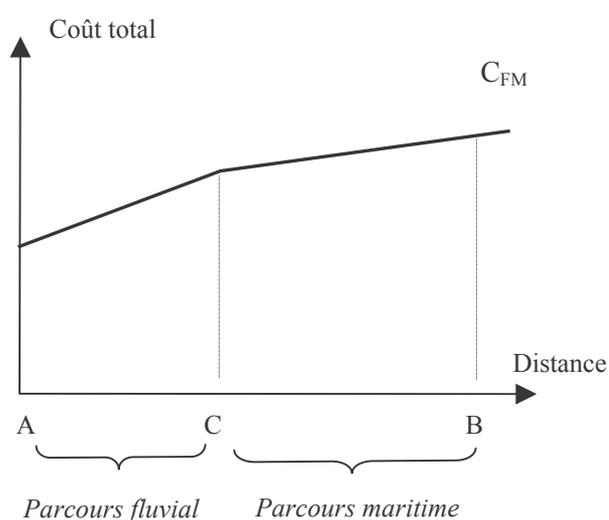
---

<sup>22</sup> 6.400 euros = 1.200 tonnes × 5,33 euros/tonne.

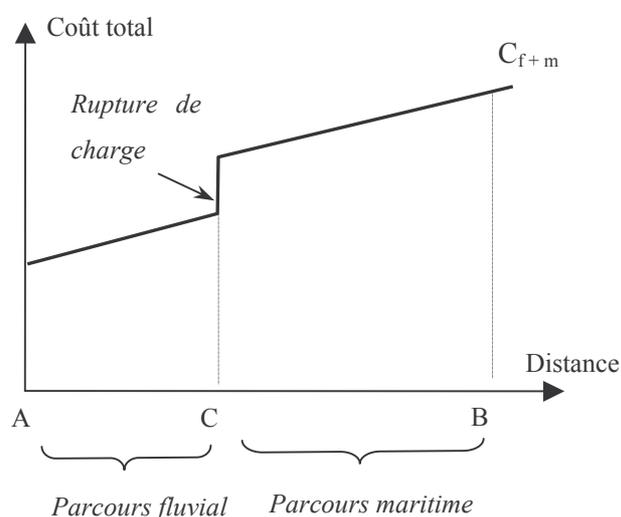
Ce raisonnement peut être exprimé graphiquement :

Supposons un transport de marchandise entre un port fluvial du bassin Rhône-Saône (le point A, Lyon) et un port du bassin méditerranéen (le point B, Gênes). Les chargeurs peuvent choisir entre deux modalités d'acheminements : le fluvio-maritime et le fluvial associé au maritime. Les tonnages transportés sont semblables. Le point C indique le port dans lequel la marchandise est transbordée du fluvial vers le maritime, il s'agit dans notre exemple de Marseille.

**Figure 14 : Chaîne de transport fluvio-maritime, relation entre coûts et distance**



**Figure 15 : Chaîne de transport « fluvial + maritime », relation entre coûts et distance.**



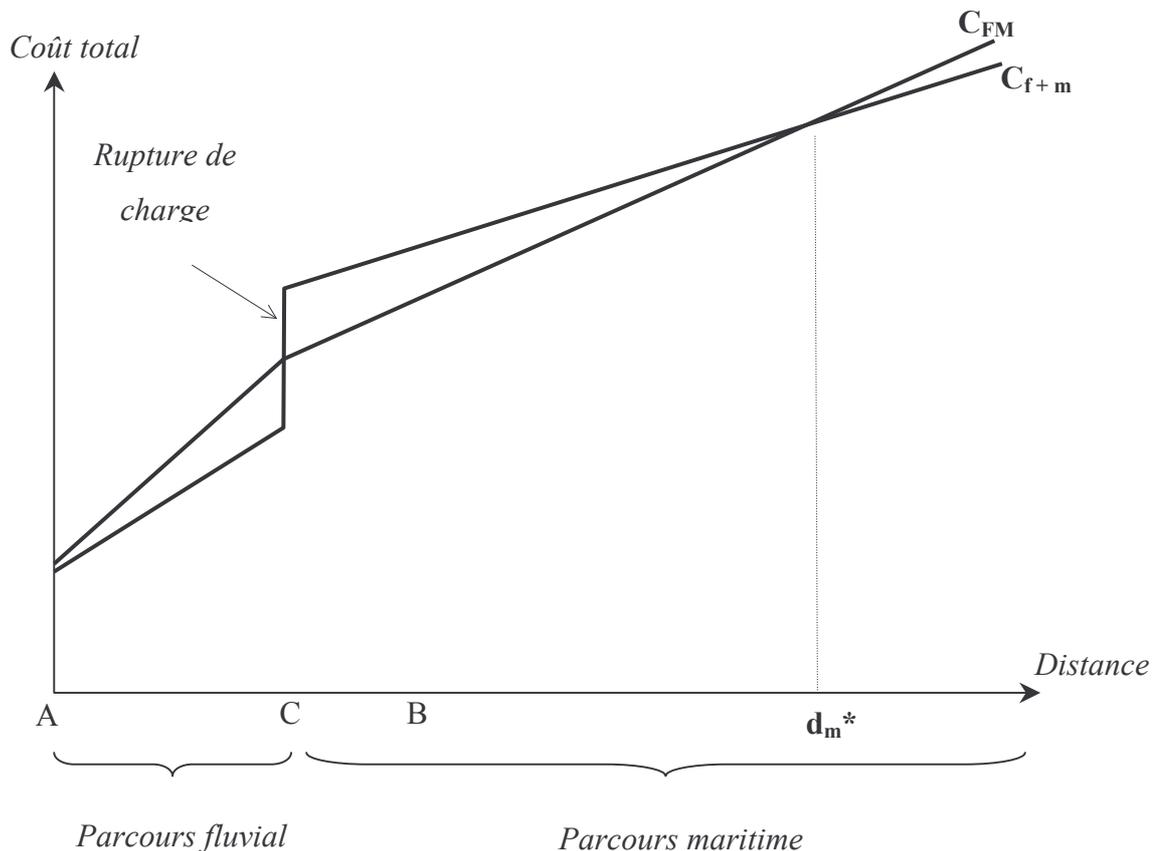
Dans le cas du fluvio-maritime, les coûts de transport s'accroissent proportionnellement à la distance (cf. figure 14). Les points A et B sont raliés directement sans rupture de charge. Le point C, point de passage d'un environnement à l'autre : du fluvial vers le maritime ou vice-versa, n'est qu'une simple zone de transit<sup>23</sup> ne nécessitant aucune opération particulière. En C la pente de la droite de coût se modifie. Les navires fluvio-maritimes supportent sur le fleuve certains postes de coûts qu'ils ne retrouvent pas en mer (TIPP, taxes VNF, pilotage de rivière...).

<sup>23</sup> Les navires fluvio-maritimes pour rallier la Méditerranée au départ du bassin Rhône-Saône sont obligés de traverser les installations du Port Autonome de Marseille (les bassins Ouest à Fos).

La chaîne « fluvial + maritime » (cf. figure 15) nécessite un transbordement de la marchandise du fluvial vers le maritime. Sur les segments fluviaux et maritimes, les coûts de transport sont proportionnels à la distance parcourue. En C, le transfert de marchandise du fleuve vers la mer génère un coût indépendant de la distance parcourue. La droite de coût se modifie pour prendre une forme de marche d'escalier. La fonction de coût intègre un terme qui reste fixe quel que soit le parcours accompli en mer et sur le fleuve.

En exprimant sur un même graphique les coûts de chaque chaîne de transport nous pourrions identifier la distance maximale admissible en mer par fluvio-maritime. Cette distance correspondra au point d'intersection entre les deux courbes.

Figure 16 : La zone de pertinence du fluvio-maritime.



Le fluvio-maritime ( $C_{FM}$ ) est plus coûteux sur chaque segment de transport. La courbe de coût présente sur chaque section (fluvial et maritime) une pente plus forte. La desserte du point B peut être réalisée par fluvio-maritime, moins coûteux. La zone de pertinence du fluvio-maritime est délimitée par  $d_m^*$ . Les surcoûts sont compensés par la suppression de la rupture

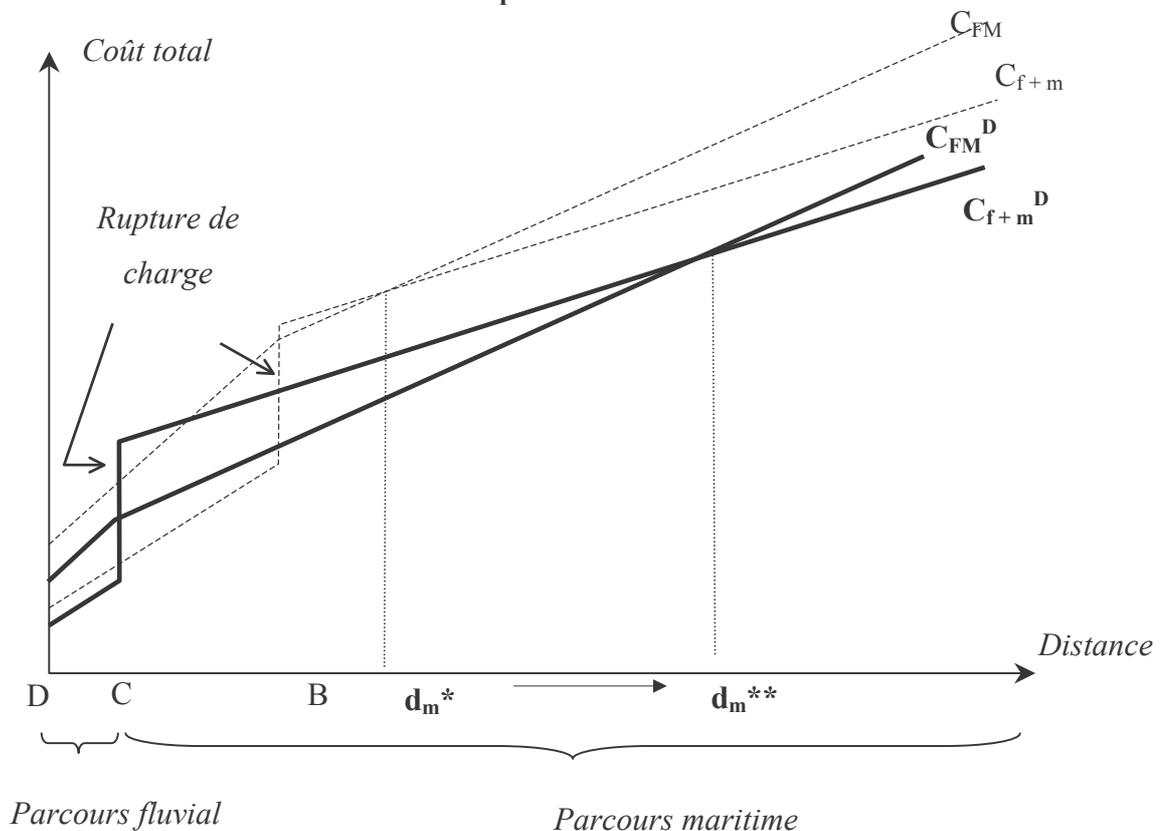
de charge (point C). À partir de  $d_m^*$  la solution « fluvial + maritime » ( $C_{f+m}$ ) est financièrement plus intéressante.

Si le coût de la rupture de charge venait à diminuer, l'aire de navigation du fluvio-maritime se réduirait :  $d_m^*$  se déplacerait vers la gauche. Inversement pour toute augmentation du coût de transbordement.

Une réduction de la distance parcourue sur le fleuve élargira l'aire d'action du fluvio-maritime. Le surcoût fluvial diminuera alors que le montant de l'économie du coût de transbordement restera inchangé. Le surcoût maritime pourra s'accroître d'un montant égal à la baisse du surcoût fluvial. Ainsi la distance maximale admissible en mer pourra augmenter.

Soit un lot de marchandise à transporter. Les unités de transport utilisées sont identiques au cas précédent. Seul le port fluvial d'origine change. La marchandise n'est plus expédiée depuis A (Lyon) mais depuis D (Arles), plus proche de la mer. La destination et le point de rupture de charge restent inchangés (C et B). Les fonctions de coût se modifient :  $C_{FM}^D$  pour le fluvio-maritime et  $C_{f+m}^D$  pour l'option « fluvial + maritime ».

Figure 17 : Variation du surcoût fluvial et zone de pertinence.



La desserte fluvio-maritime du point B est toujours possible. En revanche la zone de pertinence, jusqu'alors délimitée par  $d_m^*$ , s'est accrue. Désormais  $d_m^{**}$  en constitue la frontière.

Une baisse du tonnage à transporter se traduirait par une réduction de l'aire de navigation du fluvio-maritime. Le coût de transbordement se réduisant, l'enveloppe permettant de financer les surcoûts fluvial et maritime diminuerait également. La contraction des tonnages à transporter est, par ailleurs, accentuée par l'existence de sous-capacités de transport.

L'aire de navigation du fluvio-maritime dépend donc des trois paramètres suivants :

✱ **Le coût de manutention** : plus la manutention est coûteuse ou de mauvaise qualité plus la compétitivité du fluvio-maritime est renforcée. Le fluvio-maritime constitue une alternative intéressante pour des marchandises dont la manutention est complexe et peu productive (colis lourds). Inversement, lorsque les manutentions sont fortement productives (conteneurs), la pertinence du fluvio-maritime est dégradée. Le coût de manutention dépend également du tonnage transporté.

✱ **Le niveau de pénétration continentale** : il est exprimé par  $d_f$ . Plus la distance parcourue sur le fleuve se réduit plus le surcoût fluvial diminue. Ceci contribue à élargir la zone de pertinence du fluvio-maritime. Inversement lorsque le niveau de pénétration continentale s'accroît.

✱ **Le mode de transport terrestre** : dont le coût déterminera le niveau du surcoût terrestre - il s'agit du fluvial dans notre étude, le moins coûteux des modes terrestres - qui permettra ensuite de définir le parcours réalisable en mer.

Rissoan (1987) fonde son analyse sur un navire fluvio-maritime de référence. Or, la cale fluvio-maritime offre des capacités de chargement disparates. Par ailleurs, les ports de l'axe Rhône-Saône n'offrent pas tous un accès nautique similaire. Ceci tend à faire varier la charge utile des navires fluvio-maritimes. Ainsi, la cale n'est pas toujours optimisée. Certains navires effectuent des opérations de transport en sous-capacité en raison des contraintes

physiques (infrastructure, accès nautique) et/ou d'une taille des lots insuffisante. La délimitation de l'aire de navigation du fluvio-maritime doit prendre en considération l'ensemble de ces paramètres. En s'inspirant de l'analyse de Rissoan nous tentons d'intégrer ces différents éléments dans notre étude de l'aire de navigation du fluvio-maritime. Nous sommes cependant contraints de poser certaines hypothèses dont le détail est présenté dans les sections suivantes.

Par souci de simplification, les unités de transport auxquelles il est fait référence sont les plus représentatives du maillon qu'elles matérialisent (fluvio-maritime, maillon terrestre et maillon maritime). Le détail de ces unités est repris ci-après.

Le tonnage à transporter est considéré comme une variable connue. L'équation du fluvio-maritime comporte donc deux inconnues : les niveaux de pénétration continentale ( $d_f$ ) et le parcours maritime ( $d_m$ ) :  $C_{rc}(t) \geq SC_f(t; d_f) + SC_m(t; d_m)$ .

Accroître l'itinéraire fluvial réduira le parcours maritime et inversement. Nous sommes contraints de fixer l'un des deux paramètres :  $d_f$  ou  $d_m$ . Nous étudierons l'aire de navigation au départ de différents ports de Rhône-saône ( $d_f$  connue). Ainsi, la seule inconnue reste la distance maritime :  $d_m$ . Pour un parcours fluvial donné, nous recherchons la distance maximale qu'un fluvio-maritime peut parcourir en mer.

L'estimation de  $d_m$  nous permettra de répondre à la question ;

***Sous la contrainte de réaliser une économie de "x%" en comparaison avec l'option « fluvial+maritime » ;***

***Au départ d'un port de Rhône-Saône, pour un tonnage donné quelle est la distance maximale admissible en mer pour un navire fluvio-maritime ?***

Notre approche reprend et complète celle de Rissoan. L'apport se situe au niveau de la prise en compte des « transports de vides » (variation des tonnages transportés) ; de la disparité des accès nautiques et de la diversité des flottes fluvio-maritimes, fluviales et maritimes.

## ***B. Analyse et simulation des coûts de transport.***

Cette section reprend l'ensemble des hypothèses nécessaires à l'étude de l'aire de navigation du fluvio-maritime. Le choix des ports fluviaux et des unités de transport de référence est détaillé. Les modalités de calcul des coûts d'exploitation des deux logistiques sont également précisées.

### ***1). Les plates-formes portuaires.***

Pour délimiter la zone de pertinence du fluvio-maritime nous considérons trois enceintes portuaires du bassin Rhône-Saône : Chalon, Lyon et Arles.

Le choix de ces plates-formes présente l'intérêt d'intégrer dans nos scénarios trois ports significatifs en matière de trafics fluvio-maritimes.

Arles traite le plus grand volume, plus de 310.000 tonnes, soit plus du tiers des trafics sur le bassin Rhône-Saône en 2005.

Lyon et Chalon représentent chacun environ un dixième des échanges fluvio-maritimes de l'année 2005, respectivement 90.000 tonnes et 70.000 tonnes.

Le cumul de ces trois ports correspond à 55% des flux échangés par fluvio-maritime en 2005. Outre le poids relatif de chacune de ces places portuaires, leur position géographique nous permet de découper l'axe Rhône-Saône en 3 grandes zones. Par ailleurs, chacun de ces trois ports offre un accès nautique différent par rapport aux deux autres.

#### **✘ Le bas Rhône avec Arles.**

Arles est le port fluvial le plus proche de la mer. Le surcoût fluvial est ainsi réduit à son minimum. Arles dispose également des meilleures conditions de navigation (4,25m de tirant d'eau et 7,88m de tirant d'air). L'ensemble de la flotte fluvio-maritime peut escaler dans cette plate-forme portuaire. La position géographique et l'accès nautique de la cité arlésienne confèrent aux navires fluvio-maritimes les meilleures conditions de compétitivité du bassin

Rhône-Saône. Le port est souvent présenté comme un petit port maritime. L'importance des trafics fluvio-maritimes donne au port une vocation quadrimodale qu'il défend et revendique (fer, route, fleuve et maritime).

✦ **Le Rhône avec Lyon.**

Lyon, à cheval entre Saône et Rhône, occupe une position centrale sur l'axe Rhône-Saône. Le port de Lyon Édouard Herriot jouit d'un tissu économique et industriel important (couloir de la chimie). Ce dernier représente un potentiel de développement pour les acheminements fluviaux ou fluvio-maritimes. L'accès nautique est limité en comparaison avec Arles. Les navires fluvio-maritimes affichent une capacité de port en lourd moyenne de 1.500 tonnes contre 2.500 tonnes pour Arles.

✦ **La « haute » Saône avec Chalon.**

Chalon est l'un des derniers ports du bassin que les navires fluvio-maritimes peuvent atteindre. Sa proximité avec le marché bourguignon en fait une plate-forme céréalière de premier ordre. Les *produits agricoles* rassemblent plus de la moitié des échanges fluvio-maritimes de cette entité. Par ailleurs, Chalon peut être perçu comme une tête de pont du Nord de la France vers le bassin méditerranéen. Cependant la plate-forme chalonnaise dispose d'un « piètre » accès nautique. Le tonnage moyen des navires fluvio-maritimes est le plus faible : 1.300 tonnes.

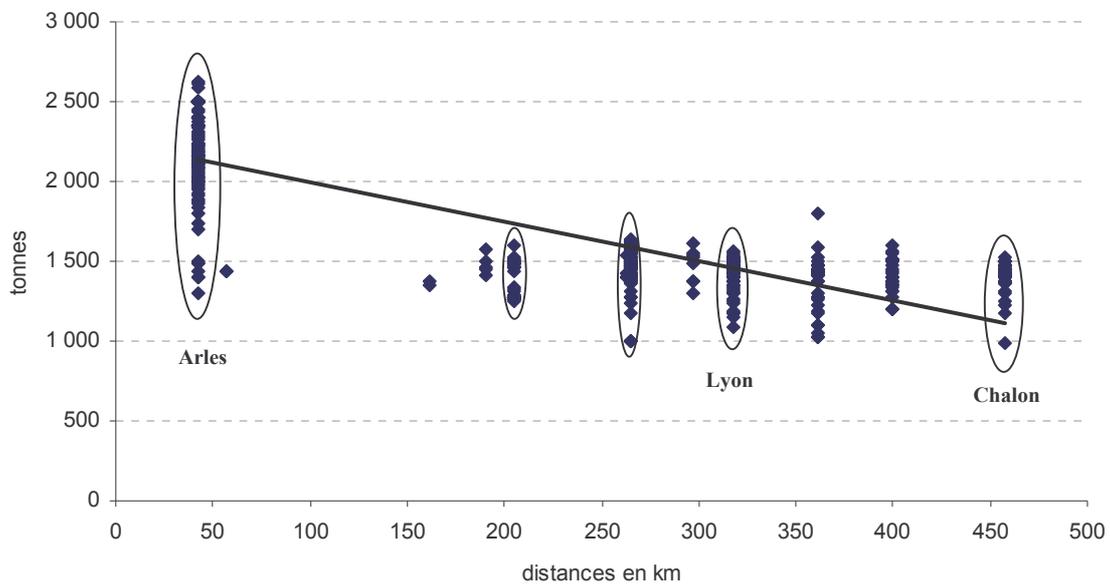
## 2). *Les unités de transport.*

L'aire de navigation du fluvio-maritime sera définie à partir d'une comparaison entre une option fluvio-maritime au départ d'un port de Rhône-Saône et un acheminement associant fluvial et maritime après rupture de charge. Face à la diversité des flottes fluviales, maritimes et fluvio-maritimes nous ne retiendrons que les unités de transport les plus représentatives de chaque option.

### B.2.a) La chaîne fluvio-maritime.

Les fluvio-maritimes concilient navigation fluviale et maritime. Ils doivent en conséquence respecter les gabarits fluviaux. Or, pour les unités fluvio-maritimes, l'axe Rhône-Saône forme un goulet d'étranglement. Plus ils progressent sur le fleuve plus leurs capacités de chargement se réduisent (tirant d'air – problème de franchissement des ponts) – cf. graphique 10.

**Graphique 10 : Relation entre distances et tonnages transportés par fluvio-maritime (année 2005).**



Source : Lopez C., VNF, dir. inter-régionale Lyon.

Chaque point représente une expédition fluvio-maritime effectuée au départ ou à destination du bassin Rhône-Saône en 2005. Le tonnage moyen des fluvio-maritimes ayant desservi Arles est de 2.100 tonnes contre environ 1.500 tonnes pour Lyon et près de 1.300 tonnes pour Chalon. Les trafics de *marchandises diverses*, dont le poids des cargaisons est faible (colis lourds, pièces indivisibles) ont été écartés de l'analyse du tonnage moyen.

Nous distinguerons trois types de navires fluvio-maritimes : le FM1, le FM2 et FM3 (FM pour Fluvio-Maritime). Le tableau suivant reprend leurs principales propriétés :

**Tableau 10 : Caractéristiques techniques des navires fluvio-maritimes (FM) de référence.**

<i>en mètres</i>	<i>FM1</i>	<i>FM2</i>	<i>FM3</i>
Longueur (L)	80,00	85,00	99,90
largeur (l)	11,40	11,40	11,40
Tirant d'eau (Te)	3,60	3,70	3,90
Capacités de chargement ( <i>en tonnes</i> )	1 300	1 500	2 500

Source : Lopez C., agents fluvio-maritimes du bassin Rhône-Saône.

Chaque navire fluvio-maritime est adapté à la desserte d'un port ou d'une zone géographique du bassin Rhône-Saône. Le FM3 peut transporter jusqu'à 2.500 tpl<sup>24</sup>. Il se positionne sur le bas Rhône (jusqu'à Arles) sans perte de capacité. Le FM2 peut acheminer jusqu'à 1.500 tpl et desservir le Rhône (d'Arles à Lyon). Le FM1, quant à lui, a une capacité de 1.300 tpl. Il est adapté à la desserte de la Saône (de Lyon à Chalon/Pagny).

En comparaison avec les unités fluviales, les fluvio-maritimes ont une poupe surélevée afin de pouvoir affronter la mer, même dans de mauvaises conditions météorologiques. Cette particularité pose problème lors du franchissement de certains ponts (Arles et Lyon). Le passage sous ces ponts s'effectue en remplissant les ballasts. Le tirant d'eau du navire est artificiellement augmenté et son tirant d'air réduit. Le navire est alors limité par le tirant d'eau de la voie navigable. Sous les contraintes de tirant d'eau et d'air, certains navires sont exploités en sous-capacité (cf. tableau 11). Ces contraintes sont particulièrement fortes sur Rhône-Saône. Lorsqu'un navire sort de son champ d'action, il doit s'accommoder des contraintes posées par l'infrastructure. Ainsi, un FM3 ne pourra pas remonter jusqu'à Lyon ou Chalon à pleine capacité, idem pour un FM2 souhaitant desservir Chalon. Les « insuffisances » de l'infrastructure accentuent le surcoût fluvial lorsque le navire n'opère pas dans sa zone de prédilection. Le fluvial conserve, en revanche, des capacités de transport homogènes quel que soit le port desservi (voir ci-après).

---

<sup>24</sup> Tonnes de port en lourd.

**Tableau 11 : Dimension des voies navigables sur le bassin Rhône-Saône.**

<i>Voie d'eau</i>	<i>Longueur utile des écluses</i>	<i>Largeur utile des écluses</i>	<i>Mouillage disponible</i>	<i>Hauteur libre sous ouvrage (PHEN)</i>	<i>Capacité d'emport moyenne des navires fluvio-maritimes (en tonnes)</i>
<b>SAÔNE</b>	185 m	12 m	3,50 m	4,90 m	<b>1 000 &lt; 1 500</b>
<b>RHÔNE</b>					
<i>de Lyon à Arles</i>	190 m	12 m	3,00 m	6,30 m	<b>1 500 &lt; 2 000</b>
<i>d'Arles à Port Saint Louis</i>	190 m	12 m	4,25 m	7,88 m	<b>2 000 &lt; 3 000</b>
<i>de Port Saint Louis à la mer</i>	135 m	19m	5,50 m	-	

Source : Lopez C., Règlement Particulier de Police (Ministère de l'Équipement Navigation intérieure Rhône et Saône – mai 2000).

PHEN : plus hautes eaux navigables.

#### *B.2.b) La chaîne « fluvial + maritime ».*

Cette option de transport associe des unités fluviales et maritimes.

Sur le segment fluvial nous distinguerons un automoteur de type rhénan de 2.000 tonnes de capacité et un convoi poussé formé de 2 barges d'un port en lourd de 2.200 tonnes chacune, soit 4.400 tonnes au total. Ces deux unités de transport sont représentatives de la flotte exploitée sur Rhône-Saône. Contrairement au fluvio-maritime, les capacités de transport des unités fluviales restent homogènes sur l'ensemble de l'axe. En effet, ces unités sont conçues pour évoluer dans un environnement fluvial, tandis que les fluvio-maritimes concilient deux environnements distincts.

En ce qui concerne le maillon maritime, nous retiendrons deux caboteurs : l'un de 3.000 tonnes et un autre de 6.000 tonnes. Le choix de ces navires reflète en partie la cale méditerranéenne. Peu de caboteurs présentent des capacités inférieures à 3.000 tonnes.

Les propriétés des différentes unités fluviales et maritimes sont reprises dans le tableau suivant :

**Tableau 12 : Caractéristiques techniques des unités fluviales et maritimes de référence.**

<i>en mètres</i>	FLUVIAL			MARITIME	
	<i>barge</i>	<i>pousseur</i>	<i>automoteur</i>	<i>GC1</i>	<i>GC2</i>
Longueur (L)	82,00	22,00	105,00	92,00	115,00
largeur (l)	11,40	11,40	11,40	16,00	18,00
Tirant d'eau (Te)	3,90	3,20	3,20	6,00	8,00
Capacités de chargement ( <i>en tonnes</i> )	2 200	-	2 000	3 000	6 000

Source : armateurs fluviaux du bassin Rhône-Saône, Lloyd's register.

GC1 pour *General Cargo 1*.

NB : un convoi poussé est formé de 2 barges et d'un pousseur.

### 3). *Exploitation des unités de transport.*

En comparaison avec les transports terrestres, les transports sur l'eau (fluvial, maritime et fluvio-maritime) obéissent à des règles d'exploitation et d'organisation particulières qu'il faut considérer.

L'exploitation d'un navire (fluvial, maritime ou même fluvio-maritime) requiert l'agrégation de trois compétences distinctes. Chacune de ces compétences peut être exercée par des acteurs différents ou par une personne qui cumule deux voire les trois fonctions :

✘ ***L'armateur*** : propriétaire du navire. Dans le cas du fluvio-maritime il peut s'agir d'un capitaine-armateur. Il frète son navire pour une longue période à une société qui se charge de l'*operating*.

✘ ***Un gestionnaire nautique et technique*** : Sa fonction se définit dans un cadre contractuel. Il arme le navire avec un équipage approprié (5 à 6 membres d'équipage pour un navire fluvio-maritime). Il assure également la maintenance technique du matériel.

✘ ***Un exploitant commercial.***

L'armateur tire ses ressources de l'affrètement de son navire. L'affrètement correspond à la location d'un navire en échange d'un fret. Il est possible d'affréter un navire selon divers modes :

- L'affrètement au voyage ou prompt : location d'un navire pour un seul et unique voyage. L'armateur garde la responsabilité de la gestion nautique (recrutement de l'équipage, entretien, assurance...) et commerciale (routage...) de son unité. Le taux de fret dépend du marché au moment de la location.
- L'affrètement à temps : location d'un navire pour une période allant de 3 à 12 mois. Le besoin est plus long. Le montant de la location dépend de la perception que les deux parties ont de l'évolution des taux de fret sur la période de location (estimation de l'offre et de la demande). L'armateur conserve la gestion nautique, toutefois l'affréteur prend en charge la gestion commerciale.
- L'affrètement coque nue : ce type d'affrètement se rencontre lorsque le besoin est long. Le demandeur (affréteur) souhaite s'occuper lui-même de la gestion nautique. L'affréteur a alors la pleine responsabilité du management et de l'exploitation commerciale. Le loyer comprend souvent les coûts financiers (amortissement du navire) augmentés d'une marge.

Sur le bassin Rhône-Saône, le fluvio-maritime répond principalement à des besoins spontanés. Le calendrier de rotations des navires n'est pas connu longtemps à l'avance. Les navires sont couramment affrétés à temps (*time charter*) pour réaliser des opérations de *tramping*. Les voyages (transports de lots de vracs secs et de lots homogènes ensachés ou sur palettes) sont réalisés au coup par coup contrairement à la ligne régulière qui répond à un calendrier de dessertes précis. Deux grands types de contrats se rencontrent :

- Le transport à la demande (expresse) du chargeur ou **contrat au voyage** : le chargeur a un besoin de transport immédiat et cherche à satisfaire ce besoin le plus rapidement possible, sans se préoccuper du schéma d'organisation de l'opérateur fluvio-maritime, quitte à payer un supplément de coût. Ces demandes de transport ponctuelles impliquent souvent la facturation de jour(s) de repositionnement. Le repositionnement du navire correspond au parcours à vide

(sur ballasts) nécessaire afin de (re)positionner le navire dans son prochain port de chargement.

- *Les contrats au tonnage* sont en général exempts de tout coût de repositionnement. Le contrat au tonnage comporte l'engagement par un transporteur d'acheminer pendant une période donnée un tonnage déterminé. Ce type de contrat est utilisable dès lors que le tonnage à acheminer est connu (programmation des expéditions et des cadences de chargement et de déchargement). Les frets établis dans le cadre de ces contrats sont en général indépendants de l'évolution du marché. Un taux unique et fixe est défini pour toute la durée du contrat. Ainsi l'armateur est couvert contre un effondrement du marché et l'affréteur se trouve garanti contre tout emballement des frets.

Dans notre analyse des coûts de transport nous supposerons que tous les acheminements répondent à des contrats au voyage.

La commercialisation des navires fluvio-maritimes est assurée par des agents qui représentent, sur le bassin, l'armateur ou l'affréteur du navire. Ils organisent l'escale des navires dans ses moindres détails. Ils recrutent le fret que le navire aura à transporter, délivrent la marchandise débarquée, assistent le capitaine. Sur Rhône-Saône, leur domaine de compétences s'élargit à la navigation fluviale. Ils veillent à ce que le navire et son équipage soient en conformité avec les règles de navigation intérieure.

L'affrètement est la seule source de revenu de l'armateur. Ils doivent couvrir les coûts de d'exploitation d'un navire comprenant des frais fixes et des frais variables.

### *Les frais fixes :*

Ces frais sont supportés tout au long de l'année quelle que soit l'activité du navire, à quai ou en mer. Ces frais se composent comme suit :

- Les frais fixes en capital : frais correspondants au prix d'achat du navire, amortissements si le navire est possédé, taux de fret s'il est loué.
- Les frais fixes d'exploitation : frais pour mettre un navire en état de navigabilité.
- Les frais de personnel : salaires et charges sociales des marins embarqués, frais de déplacements pour embarquer ou débarquer les marins, dépenses de nourriture. Si le navire est immatriculé sous pavillon de complaisance – dans un pays qui n'a pas ratifié les conventions de l'Organisation Internationale du Travail (OIT) – ce poste de dépenses est relativement faible. Comparativement ce poste peut être jusqu'à quatre fois supérieur si le bateau est immatriculé en Europe de l'Ouest.
- Les frais d'entretien : entretien courant, matières consommables (droguerie, cordage, graisse, lubrifiants...) pièces de rechange pour la machine. Les arrêts techniques (lavage, dégazage, carénage...) qui ont lieu à intervalles réguliers tous les deux ans et demi environ.
- Les frais d'assurance : souscription de polices d'assurance multiples afin de se couvrir contre les risques de collision, d'incendie, de perte totale du navire, de pollution...

### *Les frais variables :*

Ces frais dépendent de l'activité du navire.

- Frais de soutes : consommation de carburant en fonction de la longueur du voyage et de la vitesse d'exploitation.
  
- Frais de port et consignation : taxes que l'armateur paie au port pour l'utilisation des infrastructures (droits de port, pilotage, remorquage...). D'un port à l'autre ces frais varient. Les frais de consignation représentent la rétribution de l'agent maritime qui représente l'armateur auprès des autorités dans les ports et sur le fleuve dans le cas du fluvio-maritime. Le consignataire est responsable du paiement des factures de prestations au navire, de la réparation des dommages pouvant être causés par le navire. Il assiste l'équipage dans de nombreux domaines : déclarations, provisions du bord, problème de santé...
  
- Surprimes d'assurance, risques de guerre.

L'armateur calcule la rentabilité globale de ses activités au moyen de deux indicateurs. La trésorerie générée par l'exploitation du navire et le résultat net. La trésorerie se déduit après avoir retranché des recettes (les revenus d'affrètement) les coûts des voyages et les coûts d'exploitation. Le solde doit permettre de couvrir les frais de capital (amortissement de l'achat du navire) – cf. tableau 13.

**Tableau 13 : Décomposition des coûts liés à l'exploitation d'un navire.**

<b>Revenus d'affrètement.</b>	
- Commission de courtage	
- Coût de voyage	soutes droits portuaires droits de canaux
<b>Revenus nets</b>	
- Coûts d'exploitation	personnel maintenance assurance administration
<b>Trésorerie (cash flow)</b>	
- Coût du capital	prix d'achat, coût de financement du navire
<b>Rentabilité finale</b>	

La rentabilité de l'exploitation du navire dépend en premier lieu du rapport entre le prix d'achat et les taux de fret du marché. Plus le navire est neuf et son prix élevé et plus le niveau minimal de taux de fret nécessaire pour le rentabiliser sera élevé. *A contrario*, plus le navire est âgé et son prix réduit et plus le niveau minimal de taux de fret nécessaire pour l'amortir et le rentabiliser est bas.

Ainsi, l'exploitation de navires âgés permet de réduire le coût en capital. En contrepartie, le coût de maintenance augmentera. Toutefois, l'armateur dispose du choix de ne pas opérer cette maintenance. Il serait toutefois faux de faire rimer navire âgé avec danger. Concordia, compagnie spécialisée dans l'armement de navires âgés et très bien entretenus, jouit d'une réputation de sérieux sur le marché du transport pétrolier.

L'armateur n'a qu'un contrôle limité sur les coûts du voyage, qui passe par le choix des routes maritimes et du port de soutage, ainsi que par la réduction de la vitesse du navire et des liaisons sur ballasts (à vide). Sa marge de manœuvre reste restreinte. Il possède en revanche une plus grande maîtrise des coûts d'exploitation, qu'il peut faire varier en fonction

de l'évolution de ses revenus. Les armements peuvent jouer sur les coûts de personnels, de maintenance, d'assurance et d'administration, pour faire baisser leurs charges et dégager une marge bénéficiaire plus importante.

L'armateur peut diminuer ses charges en limitant les entretiens et les réparations. Cette option peut être décisive dans la rentabilité de l'entreprise maritime. Après la main-d'œuvre, les opérations d'entretien et de réparation représentent le second poste des coûts d'exploitation. Si le navire est récent, cette pratique oblitère une part de la plus-value que l'armateur pourra réaliser lors de la revente possible du navire. Par conséquent, ce sont sur les navires les plus âgés, nécessitant le plus de maintenance et donc où le facteur risque est le plus important, que vont se concentrer ces pratiques. Sous les pavillons des États les moins contraignants (suivi administratif limité, manque de personnels qualifiés pour réaliser les inspections...), les armateurs peu scrupuleux peuvent profiter d'un certain laxisme des autorités pour assurer un entretien minimum de leurs navires.

La main d'œuvre est le premier poste des dépenses d'exploitation du navire. L'application de législations peu contraignantes en matière de droit du travail permet de réduire les charges salariales de l'armateur. Les équipages sont rémunérés à des taux inférieurs à ceux de leurs homologues navigants sous pavillons dits plus forts comme ceux des nations de l'Union Européenne (y compris registres bis).

#### 4). Calculs des *time charters et running costs*.

Notre démarche ne consiste pas à déterminer le niveau de rentabilité d'une expédition fluvio-maritime ou d'une chaîne « fluvial+maritime » mais de tenter d'approcher au plus près le coût qu'un chargeur est susceptible de payer lorsqu'il recourt à l'une ou l'autre de ces options. Notre réflexion s'appuie sur une analyse des grands postes de coûts qui constituent un compte d'exploitation d'une entreprise fluvio-maritime *lambda* ou d'un opérateur « fluvial+maritime » *delta*. Il ne s'agit pas de se substituer aux opérateurs en offrant des cotations pour différents scénarios de transport. L'ambition de l'instrument développé est d'informer les chargeurs et autres sur la réalité d'un mode, sur ses contraintes, et de les doter d'un outil de réflexion et d'aide à la décision. Nous décomposerons notre approche en deux

étapes. Dans un premier temps nous chercherons à déterminer le coût fixe journalier (*time charter*) d'une unité de transport (fluviale, maritime ou fluvio-maritime). Dans un second temps, pour un voyage donné nous estimerons les coûts variables.

Le *time charter* se paie à la journée ou à la demi-journée. Ainsi, nous considérons toute demi-journée commencée comme due. Un trajet nécessitant 18 heures de transport sera alors facturé 24 heures. Nous supposons une vitesse commerciale d'exploitation de 12 nœuds en mer. A cette vitesse il est possible de parcourir entre 0 et un peu plus de 250 km en une demi-journée.

#### B.4.a) Les coûts fixes journaliers, modalités de calcul.

Le *time charter* est un forfait journalier qui englobe l'ensemble des coûts fixes :

- Coûts fixes en capital : amortissement financier et technique du navire. Le calcul des coûts fixes en capital est réalisé à partir des hypothèses suivantes :

✖ Acquisition d'un navire fluvio-maritime d'une dizaine d'années sur le marché d'occasion. Le choix d'une unité d'occasion s'explique d'une part par l'absence de construction de navires neufs. D'autre part, l'acquisition d'un navire d'une vingtaine d'années fait courir des risques techniques importants. Les coûts d'entretien et de réparation deviennent exponentiels. Par ailleurs, l'amortissement du navire, en raison de son âge avancé (proche de sa fin de vie), s'effectue sur une période très courte. La durée de vie d'un navire est supérieure à 20 ans. L'âge moyen de la flotte mondiale des vraquiers en 2004 était de 13 ans (CNUCED 2006).

✖ Le financement d'une unité fluvio-maritime s'effectue à hauteur de 60% par fonds propres, les 40% restants sont financés par un emprunt bancaire. La rémunération des fonds propres est à hauteur de 10%. Quant au taux d'intérêt, nous retenons un taux de 5%.

✘ La durée d'amortissement couvre une dizaine d'année, de sorte que le navire soit complètement amorti lorsqu'il atteint sa fin de « carrière ».

✘ Le financement, quelle que soit l'origine des fonds : emprunt ou fonds propres, s'effectue par annuité constante.

D'une année sur l'autre le montant des annuités est constant. Ce montant inclut les intérêts, il est obtenu à partir de la formule :  $a = \frac{V_0 \times t}{1 - (1+t)^{-n}}$  avec  $n$  le nombre de versements,  $V_0$  le capital emprunté,  $t$  le taux d'intérêt. Deux annuités sont calculées l'une correspondant à l'emprunt et l'autre aux fonds propres.

- Les frais de personnels.

- Les assurances : les garanties P&I<sup>25</sup>, assurance corps de navire<sup>26</sup>, assurance facultés<sup>27</sup>.

- Les provisions : à intervalle régulier les unités maritimes subissent un contrôle technique en vue du renouvellement de la classification du navire. La visite en cale sèche qui en découle est souvent l'occasion de réaliser de grosses réparations que l'entretien courant ne permet pas : réparation de coque, changement de moteur... Il est d'usage de lisser ces dépenses lourdes en procédant à des provisions annuelles.

- L'entretien : tout ce qui est nécessaire à l'entretien courant du navire, consommables (huiles, pièces détachées...).

---

<sup>25</sup> Garanties P&I, contraction de *Protection and Indemnity*. Garantie d'assurance qui protège et indemnise les armateurs et affrêteurs de navires quant à leur responsabilité civile (RC). Les garanties P&I ne concernent que la RC des armateurs et affrêteurs de navires. Il ne s'agit donc pas d'assurer un bien (le navire par exemple) mais l'auteur du dommage au bien (l'armateur) dont le tiers lésé recherche la responsabilité.

<sup>26</sup> Assurance qui couvre la coque du navire et ses moteurs.

<sup>27</sup> Assurance qui couvre les marchandises embarquées sur les navires.

- Les frais de gestion : ce poste comprend les frais de structure administrative et organisationnelle de l'entreprise de transport fluvio-maritime. Ils varient entre 10 et 15% des coûts fixes des unités de transport.

Les charges fixes sont définies annuellement. En divisant ce chiffre par le nombre de jours d'exploitation, nous sommes en mesure de déterminer le coût fixe journalier d'armement d'un navire fluvio-maritime ou d'une unité fluviale.

Le nombre de jours d'exploitation dans l'année correspond au nombre de journées effectives pendant lesquelles l'unité de transport peut être exploitée. Ce chiffre correspond à l'année calendaire amputée des :

- jours fériés,
- jours de chômage (entretien des écluses et de la voie d'eau),
- jours de crue,
- jours d'entretien de l'unité,
- jours d'aléas divers (panne, tempête...).

Nous retiendrons 320 jours d'exploitation par an pour les unités fluviales contre 350 jours par an pour les unités fluvio-maritimes. Toute embarcation fluvio-maritime peut être positionnée uniquement sur le segment maritime. Les jours de chômage (entretien de la voie d'eau), les jours de crue ne peuvent pas *a priori* pénaliser l'exploitation d'un fluvio-maritime, contrairement aux unités fluviales totalement captives du bassin Rhône-Saône. Le calendrier des jours de chômage est connu à l'avance, l'armateur a donc la possibilité de faire coïncider, l'entretien de son navire avec celui de la voie d'eau. En cas de crue ou autres obstacles à la navigation, des avis à la batellerie informent continuellement les professionnels sur les conditions de navigation. L'armateur peut alors adopter un mode d'exploitation purement maritime.

Une démarche similaire est appliquée aux unités fluviales. À partir de leur valeur d'achat nous déterminons un coût fixe journalier d'armement fluvial. En revanche, pour les caboteurs nous appliquons directement des taux de *time charter* recueillis auprès de différents agents maritimes ou fluvio-maritimes présents sur Rhône-Saône.

Nous supposons un mode de financement des unités fluviales identique à celui des fluvio-maritimes : 60% sur fonds propres et 40% par emprunt bancaire. La rémunération des capitaux propres et les intérêts de l'emprunt reste inchangée, 10% pour les premiers et 5% pour les seconds. En revanche, la durée de l'amortissement s'allonge et passe d'une dizaine d'années à une quinzaine d'années voire vingt ans, car nous simulons un achat sur le marché du neuf.

Pour l'ensemble de nos calculs nous obtenons et retenons les niveaux de *time charter* suivants :

**Tableau 14 : Simulation des coûts de transport, *time charter* des différentes unités.**

<i>Time charter en euros / jour</i>	
FM1	2 200 €
FM2	2 400 €
FM3	2 600 €
GC1	3 000 €
GC2	5 000 €
Automoteur	1 600 €
Convoi poussé	3 200 €

Source : Lopez C.

#### *B.4.b) Les running costs.*

Les charges variables (*running costs*) dépendent directement du voyage réalisé. Elles sont une fonction croissante des tonnages et de la distance. Elles comprennent :

\* *Les soutes* : consommation de carburant aux ports (de chargement ou de déchargement) et en période de navigation.

La consommation des fluvio-maritimes, quel que soit leur environnement (maritime ou fluvial), est d'environ : 3,5 tonnes de MDO<sup>28</sup> par jour pour les FM1 et FM2 et 4 tonnes pour le FM3.

Les embarcations maritimes consomment respectivement ; 5 tonnes par jour de MDO pour le GC1 ; 6 tonnes par jour pour le GC2.

La consommation de soutes au port est estimée à 0,5 tonne par jour quel que soit le type d'unité, sauf pour les unités fluviales (voir ci-dessous).

Sur le segment maritime, nous retenons une vitesse commerciale d'exploitation des unités maritimes et fluvio-maritimes de 12 nœuds. Le prix des MDO est exprimé en euros/tonne. Il est mis à jour régulièrement à partir des données collectées sur le site Internet <http://www.mglobal.com/>.

Pour le maillon fluvial, nous retenons une consommation moyenne de 160g de carburant par cheval et par heure de navigation<sup>29</sup>. Nous fixons la consommation des soutes durant les escales portuaires à 10% de la consommation moyenne en période de navigation, soit 16g/cv/h.

Nous raisonnons avec des vitesses moyennes de circulation sur le fleuve surévaluées car aux périodes de navigation succèdent des phases où les unités fonctionnent au ralenti, notamment lors du franchissement des écluses. Par conséquent, afin de ne pas biaiser notre raisonnement nous supposons que la vitesse moyenne des embarcations est de 12 km/h à la remontée et de 15 km/h à la descente. En augmentant la vitesse de circulation nous réduisons le temps de parcours et ainsi la consommation de carburant, ceci nous permet de rester proche de la réalité.

Le prix du carburant est un prix TTC, il est issu du site Internet<sup>30</sup> du Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie qui effectue une mise à jour hebdomadaire du prix moyen des carburants en France.

---

<sup>28</sup> Maritime Diesel Oil

<sup>29</sup> Information recueillie auprès d'un transporteur fluvial.

<sup>30</sup> [http://www.industrie.gouv.fr/energie/petrole/se\\_cons\\_fr.htm](http://www.industrie.gouv.fr/energie/petrole/se_cons_fr.htm)

✱ **Les frais de pilotage en mer :** les pilotes conseillent le commandant d'un navire en lui fournissant toutes les informations nécessaires à la navigation aux abords et dans les ports. Que le navire approche des installations portuaires ou les quitte, il est dans l'obligation de recourir à un pilote<sup>31</sup> sauf pour les capitaines en possession d'une licence de pilotage. Les embarcations fluviales ne sont pas soumises à ces frais de pilotage.

✱ **Les droits de port :** un droit de port est perçu à raison des opérations commerciales ou des séjours des navires qui y sont effectués. Nous incluons dans les droits de port le lamanage – uniquement pour les caboteurs –. Le lamaneur assure l'ensemble des opérations d'amarrage et de désamarrage des navires escalant dans un port.

Sur Rhône-Saône, les fluvio-maritimes sont assujettis à la taxe maritime. Cette taxe est « *perçue par le Port Autonome de Marseille sur tout navire de commerce traversant dans un sens ou dans l'autre, les installations du Port Autonome de Marseille, pour accéder au réseau de navigation intérieure...* »<sup>32</sup>.

Les caboteurs quant à eux doivent acquitter une redevance sur le navire. « *Il est perçu sur tout navire de commerce embarquant, débarquant ou transbordant des passagers ou des marchandises -...- une redevance déterminée en fonction du volume du navire...* »<sup>33</sup>.

✱ **Le pilotage de rivière :** – uniquement pour les fluvio-maritimes – Sur la partie fluviale, au-delà des limites de l'inscription maritime (fixées par décret sur le Rhône, au pont de Trinquetaille à Arles – 1<sup>er</sup> obstacle à la navigation maritime) la présence à bord, d'un navire quel qu'il soit (maritime ou fluvial), d'une personne titulaire d'un certificat de capacité fluvial est obligatoire.

**Règlement Général de Police<sup>34</sup> – article 1-02-1.**

« *Tout bâtiment ainsi que tout matériel flottant doit être placée sous l'autorité d'une personne ayant l'aptitude nécessaire à cet effet. Cette personne est appelée ci-après « conducteur ».*

---

<sup>31</sup> Les frais de pilotage sont ceux pratiqués par la station de pilotage du Port Autonome de Marseille.

<sup>32</sup> Tarifs des droits de port et de la taxe maritime 2007 ; Port Autonome de Marseille.

<sup>33</sup> Tarifs des droits de port et de la taxe maritime 2007 ; Port Autonome de Marseille.

<sup>34</sup> Direction des transports Terrestres, Bulletin Officiel, Navigation Intérieure Règlement Général de Police, fascicule spécial n°2003-9, octobre 2003.

*Le conducteur est réputé avoir l'aptitude requise lorsqu'il est titulaire de certificats de capacité ou de permis de conduire prescrits pour la section qu'il parcourt et pour la catégorie de bâtiment qu'il conduit. »*

L'équipage d'un fluvio-maritime n'ayant pas la compétence pour assumer la navigation fluviale, les agents maritimes recourent à ce qu'il convient d'appeler des « pilotes fluviaux ». Ces « pilotes fluviaux » (souvent d'anciens marinières) monnaient leur savoir-faire aux agences fluvio-maritimes. Ces pilotes sont des travailleurs indépendants et se chargent de la conduite des fluvio-maritimes sur le fleuve. Il convient de ne pas confondre « pilotes fluviaux » et pilotes maritimes. Il n'existe aucune obligation de pilotage sur le segment fluvial contrairement au maritime. Dans le cadre de la navigation intérieure et plus particulièrement sur le bassin Rhône-Saône, seule est exigée la présence à bord d'une personne en possession d'un certificat de capacité.

✘ **La TIPP** : taxe intérieure sur les produits pétroliers. La TIPP est uniquement exigée sur le segment fluvial. En 2005 son taux était fixé à 0,0566 euro par litre de carburant consommé. Les fluvio-maritimes doivent s'acquitter de la TIPP au-delà d'Arles (en dehors de l'inscription maritime). La TVA vient également s'ajouter au nombre des taxes. Néanmoins les compagnies fluviales ainsi que les agents fluvio-maritimes ont la possibilité de la récupérer.

✘ **Les taxes VNF et les taxes CNBA** : la taxe VNF ou péage marchandise. Il est composé d'un droit d'accès au réseau, calculé en fonction du port en lourd du bateau, et d'un montant calculé à la tonne-kilométrique selon le réseau emprunté. Ce péage constitue une redevance pour service rendu. Les recettes générées sont intégralement utilisées pour l'entretien et l'amélioration du réseau.

La taxe CNBA (Chambre Nationale de la Batellerie Artisanale) s'applique uniquement aux unités fluviales exploitées par des artisans bateliers. Cette taxe est acquittée par les entreprises inscrites au registre des entreprises de la batellerie artisanale. La CNBA est un établissement public administratif chargé de la représentation et de la défense de la batellerie artisanale.

✘ **Le compte d'escale dans le port maritime d'arrivée ou de départ** : ce poste regroupe les droits de port, taxes, frais de consignation et commissions de courtage que l'armateur doit

acquitter auprès des autorités portuaires et des acteurs locaux. Par défaut nous prendrons une valeur de 5.000 euros pour les fluvio-maritimes. Pour les caboteurs nous retenons les valeurs suivantes : 5.000 euros pour GC1, et 6.000 euros pour GC2.

✘ ***Le coût de repositionnement*** : ce coût nous permet de comptabiliser le parcours à vide (sur ballasts) nécessaire afin de (re)positionner le navire dans son port de chargement. La facturation des coûts de repositionnement peut faire l'objet d'une négociation lors de la rédaction des termes du contrat de transport. Ils peuvent s'apparenter à un geste commercial lorsqu'ils ne sont pas comptabilisés, au même titre que les surestaries<sup>35</sup>. Le coût de repositionnement permet également d'intégrer dans nos calculs un aléa : conditions climatiques défavorables, navire bloqué sur le fleuve (crue, panne d'écluse...) ou en mer.

✘ ***Le coût de transbordement*** : coût pour transborder la marchandise du fluvial vers le maritime ou inversement. Ce poste concerne uniquement la chaîne « fluvial+maritime ». Nous exprimerons ce coût en euros / tonnes.

Calculer la valeur annuelle des charges variables est un exercice complexe. Nous ne sommes pas en mesure de connaître le circuit exact réalisé et le tonnage acheminé au cours d'une année d'exploitation. C'est pourquoi, plutôt que de raisonner sur des valeurs moyennes trop approximatives, nous définirons le montant de ces charges variables pour un voyage donné (nous maîtrisons tous les paramètres) ou une série de voyages.

---

<sup>35</sup> Somme que l'affréteur doit payer à l'armateur en compensation du dépassement d'un temps convenu pour les opérations de chargement et de déchargement des marchandises.

B.4.c) Les paramètres de calculs.

Les scénarios d'exploitation intègrent de multiples paramètres. L'ensemble des paramètres modifiables est repris dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 15 : Simulation des coûts de transport, paramètres de calcul.**

ARLES			
port d'arrivée / de départ	Gênes		
sens de circulation sur le fleuve	import		
densité de la marchandise	1,00		
tonnage à transporter	2 500		
coût de manutention (en euros par tonne)	4,00 €		
passage du fluvial vers le maritime ou inversement			
durée des escales (en jours)	port fluvial	port maritime	rupture de charge
FM	1,0	1,0	-
f + m	1,0	1,0	1,0
en jours	repositionnement maritime	repositionnement fluvial	
FM	1,0	0,0	
f + m	0,0	0,0	
sens de circulation pour le repositionnement fluvial	montant		

maritime : prix MDO en €/t	590,00
fluvial : prix fuel en €/hl	60,00

Source : Lopez C.

\* **Le sens de circulation** : sens de circulation par rapport aux plates-formes de l'axe Rhône-Saône (ici Arles) : import ou export. Ce paramètre permet de définir les vitesses commerciales d'exploitation notamment sur le segment fluvial : 15 km/h pour l'export (avalant) et 12 km/h pour l'import (montant).

\* **Le port d'arrivée ou de départ** : port maritime du bassin méditerranéen qui sera le point d'origine ou de destination de la marchandise. Nous retenons la liste suivante :

Ports	Pays	Ports	Pays
Alger	<i>Algeria</i>	La Valette	<i>Malta</i>
Oran	<i>Algeria</i>	Casablanca	<i>Morocco</i>
Alexandrie	<i>Egypt</i>	Tanger	<i>Morocco</i>
Corfu	<i>Greece</i>	Algeciras	<i>Spain</i>
Iraklion	<i>Greece</i>	Alicante	<i>Spain</i>
Le Pirée	<i>Greece</i>	Barcelone	<i>Spain</i>
Haïfa	<i>Israël</i>	Malaga	<i>Spain</i>
Cagliari	<i>Italy</i>	Palma	<i>Spain</i>
Genes	<i>Italy</i>	Valence	<i>Spain</i>
La Spezia	<i>Italy</i>	Tunis	<i>Tunisia</i>
Livournes	<i>Italy</i>	Gemlik	<i>Turkey</i>
Naples	<i>Italy</i>	Izmir	<i>Turkey</i>
Olbia	<i>Italy</i>		
Porto Torres	<i>Italy</i>		
Siracusa	<i>Italy</i>		

La durée des trajets maritimes et fluviaux est arrondie à la demi-journée supérieure. De la sorte, nous intégrons un aléa dans les calculs (mauvais temps...). Ainsi, nous prendrons un temps de parcours d'une demi-journée (12 heures) pour atteindre Arles au départ de Fos, alors que la durée moyenne du trajet est de 4 heures environ.

\* **La densité de la marchandise.**

\* **La durée des escales** : aussi bien fluviales que maritimes, elles sont exprimées en nombre de journées. Périodes pendant lesquelles les unités sont « travaillées », opérations de chargement et de déchargement.

\* **La durée de la rupture de charge** : ce paramètre ne s'applique qu'à la chaîne « fluvial + maritime ». Laps de temps nécessaire pour transborder la marchandise du fleuve vers la mer ou l'inverse.

\* **Le repositionnement sur la partie maritime** : parcours à vide (sur ballasts) nécessaire afin de (re)positionner le navire (fluvio-maritime ou caboteur) dans son port de chargement.

✘ ***Le repositionnement sur la partie fluviale*** : ce repositionnement est comptabilisé pour les fluvio-maritimes uniquement lorsque le sens de circulation est à l'export, c'est-à-dire lorsque le bassin Rhône-Saône est le point de départ de la marchandise. Parcours à vide nécessaire sur le fleuve pour (re)positionner le navire dans son port de chargement.

✘ ***Le coût de manutention lors de la rupture de charge.***

✘ ***Le prix des carburants*** : pour le fluvial ce prix est exprimé en euros par hectolitre et pour le maritime en euros par tonnes.

## ***C. Cartographie de l'aire de navigation du fluvio-maritime.***

À partir des hypothèses formulées et des paramètres définis précédemment, cette section simule et compare les coûts des deux chaînes de transport – fluvio-maritime et « fluvial + maritime ». Cette comparaison nous servira pour matérialiser l'aire de navigation du fluvio-maritime à partir de l'axe Rhône-Saône.

### ***1). Coûts de transport et degré de pertinence.***

Les coûts définis sont des coûts de transport quai à quai. Les pré-post acheminements initiaux et terminaux, de même que les manutentions initiales et terminales ne sont pas pris en compte, puisque similaires pour les 2 chaînes étudiés. Nous intégrons, en revanche, les coûts induits par l'immobilisation des unités de transport lors des phases de chargement et de déchargement. Les résultats sont synthétisés à l'aide d'un tableau reprenant les grands postes de coût de chaque option (cf. ci-dessous) :

Tableau 16 : Décomposition des coûts de transport.

	FLUVIO-MARITIME		f + m		
	fluvial	maritime	fluvial	maritime	rupture de charge
coût du repositionnement	- €	11 200,00 €	- €	- €	
time charter	5 200,00 €	9 100,00 €	5 900,00 €	9 000,00 €	6 900,00 €
pilotage rivière	1 100,00 €		- €		
pilotage mer		1 100,00 €		- €	1 600,00 €
droits de port		800,00 €	- €	- €	3 800,00 €
taxes VNF + CNBA	200,00 €		200,00 €		
TIPP	- €		- €		
soutes					
<i>main engine</i>	1 000,00 €	4 000,00 €	600,00 €	5 000,00 €	
<i>auxiliary</i>	400,00 €	400,00 €	300,00 €	300,00 €	600,00 €
manutention					15 000,00 €
compte d'escale port maritime d'arrivée ou de départ		5 000,00 €		5 000,00 €	
<b>TOTAL partiel</b>	<b>7 900,00 €</b>	<b>31 600,00 €</b>	<b>7 000,00 €</b>	<b>19 300,00 €</b>	<b>27 900,00 €</b>
<b>coût à la tonne</b>	<b>3,16 €</b>	<b>12,64 €</b>	<b>2,80 €</b>	<b>7,72 €</b>	<b>11,16 €</b>
frais d'agence		1 800,00 €			1 800,00 €
<b>TOTAL</b>		<b>41 300,00 €</b>			<b>56 000,00 €</b>
<b>coût total à la tonne</b>		<b>16,52 €</b>			<b>22,40 €</b>
<b>économie réalisée en euros</b>			<b>-14 700,00</b>		
<b>économie réalisée en %</b>			<b>-26,3%</b>		

Source : Lopez C.

Pour l'option fluvio-maritime, nous pouvons distinguer le coût sur le segment fluvial et sur le segment maritime. Les postes de dépenses diffèrent selon l'environnement dans lequel le navire évolue. A l'instar du fluvio-maritime, la chaîne associant fluvial et maritime se décompose en coût du transport fluvial et coût maritime auxquels nous ajoutons le coût du transbordement. Ce dernier coût regroupe le coût de manutention et tous les frais supportés par les deux unités (fluviale et maritime) lors du transbordement de la marchandise du fleuve

vers la mer ou inversement : droit de port, pilotage en mer, consommation de soutes au port, coût d'immobilisation des unités.

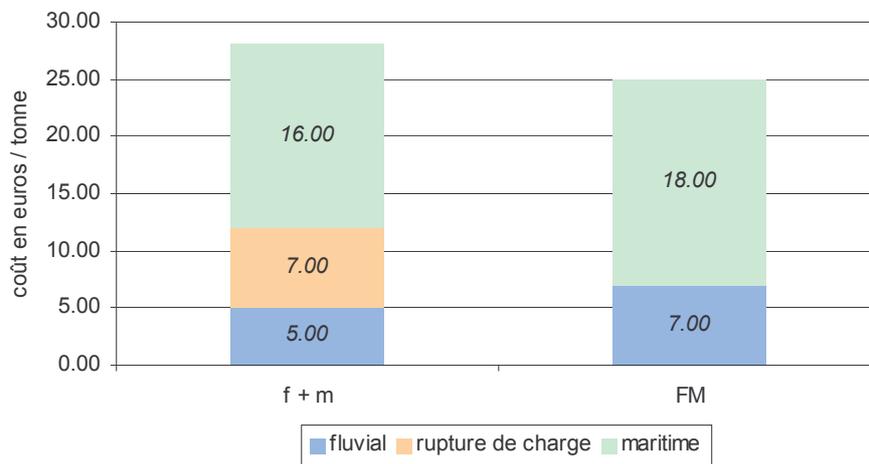
Les méthodes de calcul utilisées supposent que les fonctions de coût sont discontinues. Lorsqu'une embarcation atteint sa capacité maximale de chargement il est nécessaire de recourir à une unité supplémentaire.

Ainsi, un chargeur souhaitant expédier 3.000 tonnes de marchandise au départ d'Arles devra recourir à deux navires fluvio-maritimes. L'un sera chargé à pleine capacité (2.500 tonnes) tandis que l'autre transportera 500 tonnes pour une capacité maximale de chargement de 2.500 tonnes. Ceci vaut quelle que soit la chaîne de transport.

Pour la solution « fluvial + maritime », nous ne retiendrons sur chaque segment que les unités de transport les moins coûteuses.

Le degré de pertinence du fluvio-maritime est déterminé par le couple qualité/prix de la rupture de charge qu'il supprime. L'absence de rupture de charge profite au fluvio-maritime (FM) (voir graphique ci-dessous).

**Graphique 11 : Décomposition des coûts de différentes alternatives de transport.**



Source : Lopez C.

Malgré des surcoûts importants, il reste la solution la plus compétitive. Une conception trop réductrice du fluvio-maritime pourrait nous inciter à penser que lorsqu'il est en concurrence avec une chaîne de transport intégrant un transbordement de marchandise, le

fluvio-maritime est toujours plus performant. La pertinence du fluvio-maritime n'est pas toujours vérifiée dès lors qu'il s'agit de supprimer une rupture de charge. Pour un tonnage donné, la zone de pertinence du fluvio-maritime dépend des trois paramètres que nous avons identifiés précédemment :

✘ **Le coût de manutention.**

✘ **Le niveau de pénétration continentale.**

L'économie générée par la suppression de la rupture de charge sert à financer les surcoûts terrestres et maritimes du fluvio-maritime. Le montant de l'économie dégagée reste inchangé quels que soient les parcours opérés en mer ou sur le fleuve. Prolonger le parcours fluvial, accroît le surcoût terrestre et nécessite en conséquence de réduire l'itinéraire maritime. Cette condition nous renvoie au respect de l'inégalité :

$$C_{rc}(t) \geq SC_f(t; d_f) + SC_m(t; d_m)$$

Ainsi, pour chacun des ports retenus : Arles, Lyon et Chalon nous obtiendrons des zones de pertinence différentes. Plus le port sera situé à proximité de la mer plus le fluvio-maritime sera compétitif.

✘ **Le mode de transport terrestre.**

## 2). *Zone de pertinence et représentation géographique.*

La zone de pertinence du fluvio-maritime correspond à l'aire géographique dans laquelle le fluvio-maritime dispose d'un avantage partiel de coûts en comparaison avec la solution « fluvial+maritime ».

Pour déterminer cette zone, nous cherchons à répondre à la question suivante :

***Sous la contrainte de réaliser une économie de "x%" en comparaison avec la chaîne « fluvial+maritime » ; au départ d'un port de Rhône-Saône, pour un tonnage donné, quelle est la distance maximale admissible en mer pour un navire fluvio-maritime spécifique ?***

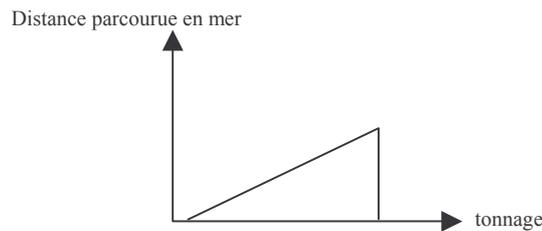
De nombreuses études démontrent que les chargeurs ne changeraient leur mode d'approvisionnement que si les coûts de la nouvelle logistique sont au minimum de 10% inférieurs à leur système actuel. Un rapport fait au ministère néerlandais des travaux publics a montré que les expéditeurs et réceptionnaires de marchandises internationales ne changeraient leur système d'expédition que si les gains sont compris entre 10 et 35%. Par défaut, nous retiendrons un seuil de 15%. Ainsi, pour tous les résultats présentés, le fluvio-maritime génère une économie supérieure ou égale à 15% du montant de la chaîne de transport associant fluvial et maritime. Nous recherchons la distance maximale admissible en mer au seuil d'une économie de coût de 15%.

Le tonnage transporté est connu. Le niveau de pénétration continentale (distance parcourue sur le fleuve) est déterminé par les ports fluviaux de référence (Arles, Lyon et Chalon). En reprenant l'inégalité :  $C_{rc}(t) \geq SC_f(t; d_f) + SC_m(t; d_m)$  ; les variables  $d_f$  et  $t$  sont renseignées, il nous reste donc à déterminer  $d_m$  la distance maritime qu'un fluvio-maritime peut parcourir au seuil défini plus haut.

Dans les limites des capacités d'emport du navire fluvio-maritime, à mesure que le tonnage transporté s'accroît, sa pertinence augmente. Le montant de l'économie dégagée par la suppression de la rupture de charge,  $C_{rc}(t)$ , progresse proportionnellement avec le tonnage et

le surcoût fluvial exprimé en euros,  $SC_f(t; d_f)$ , varie peu – la distance fluviale est inchangée –. L’extension de l’enveloppe permettant de compenser les deux surcoûts pourra alors financer un allongement du parcours maritime. La zone de pertinence du fluvio-maritime aura alors une forme triangulaire reprise dans le schéma ci-dessous.

**Figure 18 : Allure de l’aire de navigation du fluvio-maritime.**



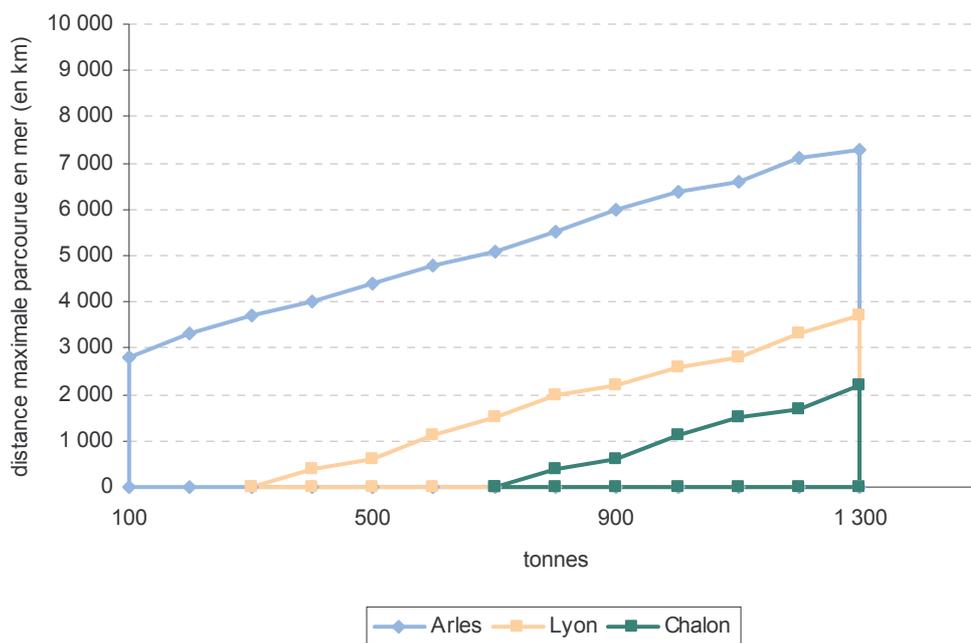
Sur un même graphique nous présenterons la pertinence d’un navire fluvio-maritime pour nos trois ports de référence avec en abscisses le tonnage transporté et en ordonnées la distance maximale admissible en mer. Cette dernière sera bornée à 10.000 kilomètres. Nous ferons varier certains paramètres afin de mesurer la sensibilité de l’aire de navigation du fluvio-maritime.

#### C.2.a) La pertinence du FM1.

Le FM1 a une capacité maximale d’emport de 1.300 tpl<sup>36</sup>. Contrairement aux FM2 et FM3, ce navire peut être exploité à pleine capacité sur l’ensemble de l’axe Rhône-Saône. Ainsi, au départ de chacun de nos ports de référence les zones de pertinence du FM1 n’excéderont pas 1.300 tonnes. Au-delà, il est nécessaire de recourir à une unité supplémentaire, alors que les unités fluviales et maritimes n’ont pas encore atteint leurs capacités maximales de chargement. L’emploi d’une unité additionnelle pénalise la solution fluvio-maritime au profit de la chaîne « fluvial + maritime ». Jusqu’à 1.300 tonnes le navire FM1 est généralement la solution logistique la plus performante. Au-delà, l’option associant fluvial et maritime devient la plus intéressante (cf. graphique 12).

<sup>36</sup> tpl : tonnes de port en lourd.

**Graphique 12 : Zones de pertinence du FM1 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône.**



Source : Lopez C.

Les résultats présentés ci-dessus ont été obtenus à partir des hypothèses suivantes :

- *Escales fluviales et maritimes* : 1 jour par unité quelle que soit la chaîne logistique.
- *Transbordement* de la marchandise du fluvial vers le maritime ou inversement : 1 jour.
- *Repositionnement* : aucun.
- *Coût de transbordement* : 4 euros par tonne.
- *Densité de la marchandise* : 1.
- *Économie dégagée* : 15%.

Pour chacun de nos trois ports de référence les distances maximales admissibles en mer divergent. L'aire de navigation se contracte à mesure que le FM1 progresse sur le fleuve. Le surcoût fluvial  $SC_f(t;d_f)$  augmente avec la distance et réduit la somme « allouée » à la compensation du surcoût maritime. Plus le port fluvial est proche de la mer plus le navire pourra allonger son itinéraire maritime. Nous retrouvons l'énoncé de Rissoan (1987).

« *Le voyage fluvio-maritime doit être considéré comme un tout et l'économie du coût de passage portuaire comme une enveloppe globale au sein de laquelle l'augmentation du surcoût fluvial liée à une plus grande pénétration continentale diminue d'autant les possibilités de compensation du surcoût maritime* »

Outre, la représentation graphique, mettant en relation tonnages et distances maritimes, l'aire de navigation d'un fluvio-maritime spécifique peut être cartographiée. L'outil cartographique permet de représenter des courbes « *d'iso gains de coûts* ». Chaque courbe associée à un tonnage donné la distance maximale admissible en mer par fluvio-maritime, sous une contrainte d'économie de coût. La distance maximale admissible en mer est calculée au départ de Fos sur mer, port par lequel les fluvio-maritimes transitent pour accéder au réseau de navigation intérieure.

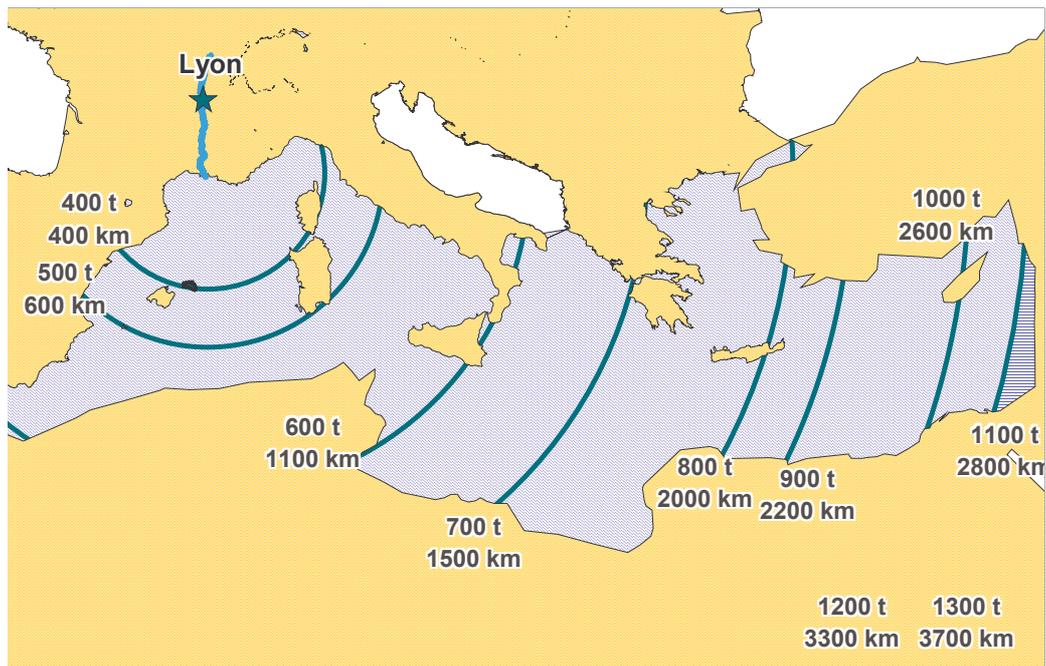
✓ *Au départ d'Arles :*

La distance maximale que le FM1 peut parcourir en mer, au seuil de notre contrainte d'économie de coûts (15% du coût de la solution « fluvial + maritime »), est d'environ 2.800 kilomètres pour 100 tonnes acheminées. Cette distance permet de couvrir la quasi-totalité du bassin méditerranéen. Quel que soit le tonnage acheminé (jusqu'à 1.300 tonnes), le FM1 peut au départ d'Arles desservir l'ensemble de la Méditerranée dans des conditions économiques attractives. Il n'est donc pas nécessaire de cartographier l'aire de navigation du FM1 au départ d'Arles. Le FM1 a de piètres capacités d'emport en comparaison avec les unités composant la chaîne « fluvial + maritime », 1.300 tonnes contre 2.000 tonnes pour l'automoteur et 3.000 tonnes pour GC1. La sous-utilisation des unités fluviales et maritimes explique le fort degré de compétitivité du FM1 au départ du bassin Rhône-Saône.

✓ *Au départ de Lyon :*

La pertinence du fluvio-maritime s'accroît avec le tonnage, dans les limites des capacités de chargement du FM1 (cf. graphique 11). Il existe un tonnage plancher de pertinence (300 tonnes). Sous la barre des 300 tonnes, le FM1 est concurrentiel, toutefois, l'économie dégagée est insuffisante pour répondre à notre critère. À partir de 300 tonnes, le FM1 satisfait notre contrainte d'économie de coût.

Carte 4 : Zone de pertinence du navire FM1 au départ de Lyon.



Source : Lopez C.

La carte 1, délimite l'aire de navigation du FM1 au départ de Lyon. Les valeurs reprises dans cette carte sont identiques à celles du graphique 11.

La première courbe – 400 tonnes ; 400 km – doit être interprétée comme suit :

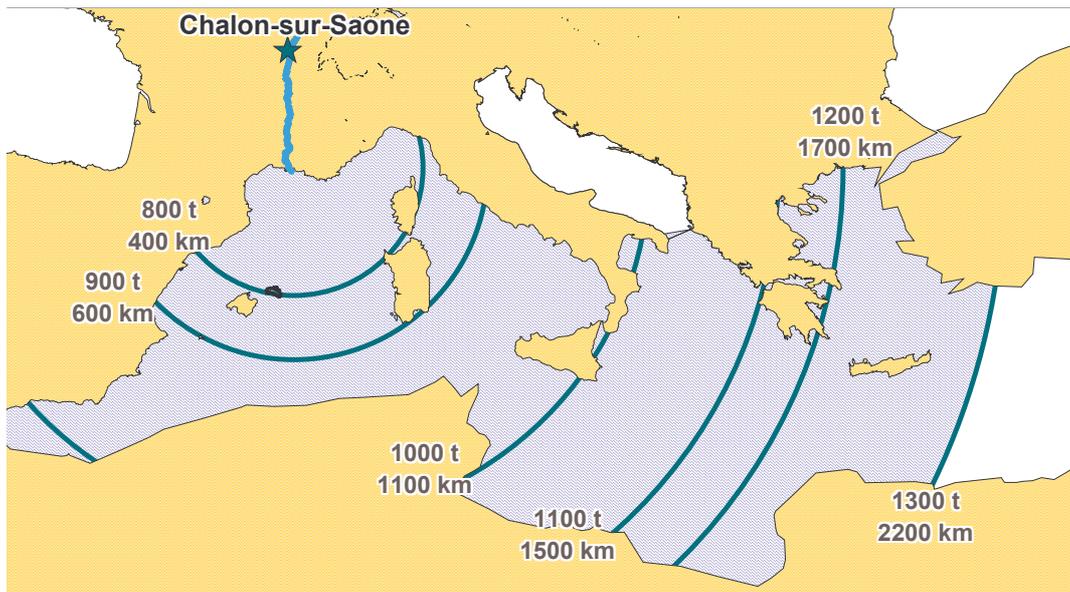
Pour 400 tonnes transportées, le FM1 peut couvrir en mer une distance maximale de 400 kilomètres, et ce sous la contrainte de réaliser une économie de coûts d'au moins 15% en comparaison avec la chaîne « fluvial + maritime ».

À partir de 1.100 jusqu'à 1.300 tonnes, la zone de pertinence du FM1 sort du périmètre du bassin méditerranéen (zone hachurée horizontalement).

#### ✓ *Au départ de Chalon :*

Le FM1 n'est pertinent qu'à partir de 700 tonnes transportées (cf. graphique 11). L'aire de navigation du FM1 est croissante avec le tonnage transporté. Le FM1 peut toucher la Grèce et la côte Ouest de la Turquie dans des conditions économiquement attractives (cf. carte 5).

Carte 5 : Zone de pertinence du navire FM1 au départ de Chalon.



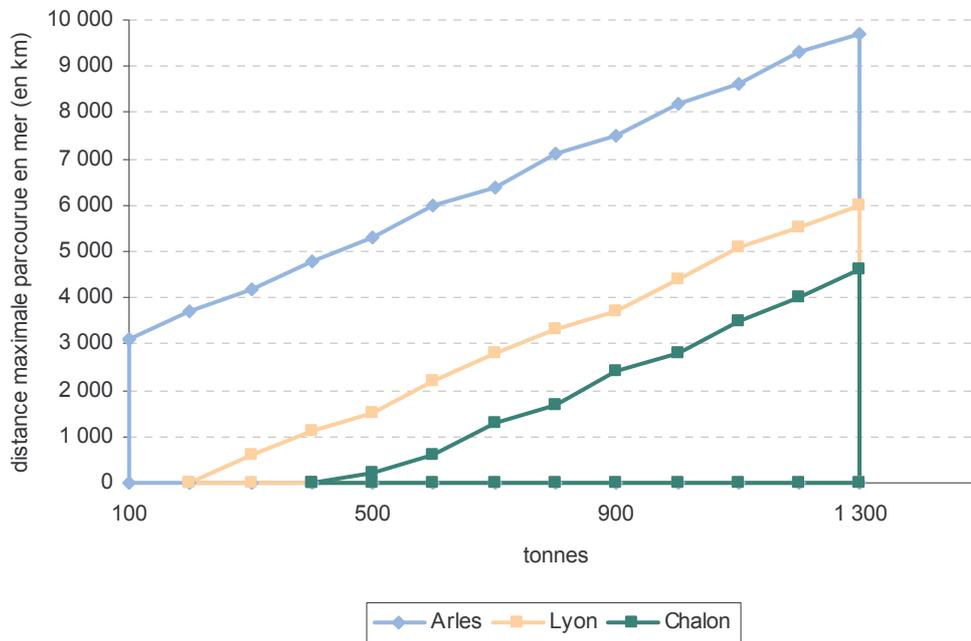
Source : Lopez C.

La variation de l'un des paramètres modifiera l'aire de navigation du fluvio-maritime. Ainsi, un accroissement du coût de transbordement de la marchandise élargira la zone de pertinence. Nous porterons le coût de transbordement de 4 à 6 euros par tonne ; les autres variables sont maintenues constantes :

- *Escales fluviales et maritimes* : 1 jour par unité quelle que soit la chaîne logistique.
- *Transbordement* de la marchandise du fluvial vers le maritime ou inversement : 1 jour.
- *Repositionnement* : aucun.
- *Coût de transbordement* : 6 euros par tonne.
- *Densité de la marchandise* : 1.
- *Économie dégagée* : 15%.

Les différentes aires de navigation du FM1 se sont amplifiées.

**Graphique 13 : Zones de pertinence du navire FM1 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône (coût de manutention 6 euros).**



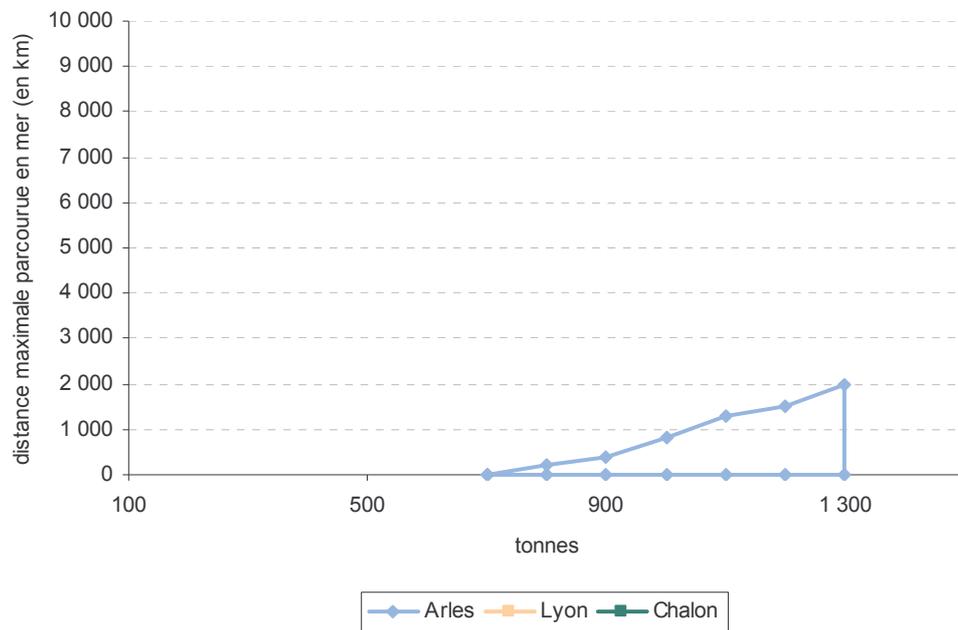
Source : Lopez C.

Le tonnage plancher de pertinence au départ de Chalon s'est réduit, passant de 700 tonnes à 400 tonnes. Pour 800 tonnes transportées au départ de Chalon, la distance maximale admissible en mer est passée de 400 à 1.700 kilomètres. Il en est de même au départ de Lyon et Arles, la pertinence du FM1 est désormais plus élevée.

Inversement, si nous comptabilisons un jour de repositionnement maritime avec un coût de transbordement de 4 euros par tonne – les autres paramètres restants inchangés – la compétitivité du FM1 se contracte :

- **Escales fluviales et maritimes** : 1 jour par unité quelle que soit la chaîne logistique.
- **Transbordement** de la marchandise du fluvial vers le maritime ou inversement : 1 jour.
- **Repositionnement** : 1 jour de repositionnement maritime pour le fluvio-maritime : aucun pour la solution « fluvial + maritime ».
- **Coût de transbordement** : 4 euros par tonne.
- **Densité de la marchandise** : 1.
- **Économie dégagée** : 15%.

**Graphique 14 : Zones de pertinence du navire FM1 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône (avec 1 jour de repositionnement maritime).**



Source : Lopez C.

Le repositionnement maritime peut correspondre à un parcours à vide (sur ballasts). Il peut également permettre d'intégrer un jour d'aléa en mer (mauvais temps...) dans la simulation. Cet aléa est toutefois déjà pris en considération puisque tous les calculs sont arrondis à la demi-journée supérieure. Le FM1 n'est intéressant, au seuil de notre contrainte, qu'au départ d'Arles. Arles est le port fluvial le plus proche de la mer. C'est-à-dire, le port pour lequel le surcoût fluvial est le plus faible. Au départ de Lyon et Chalon la solution fluvio-maritime offre un coût de transport relativement proche de la chaîne associant fluvial et maritime.

Après avoir étudié la pertinence du FM1, nous allons mesurer celle du FM2.

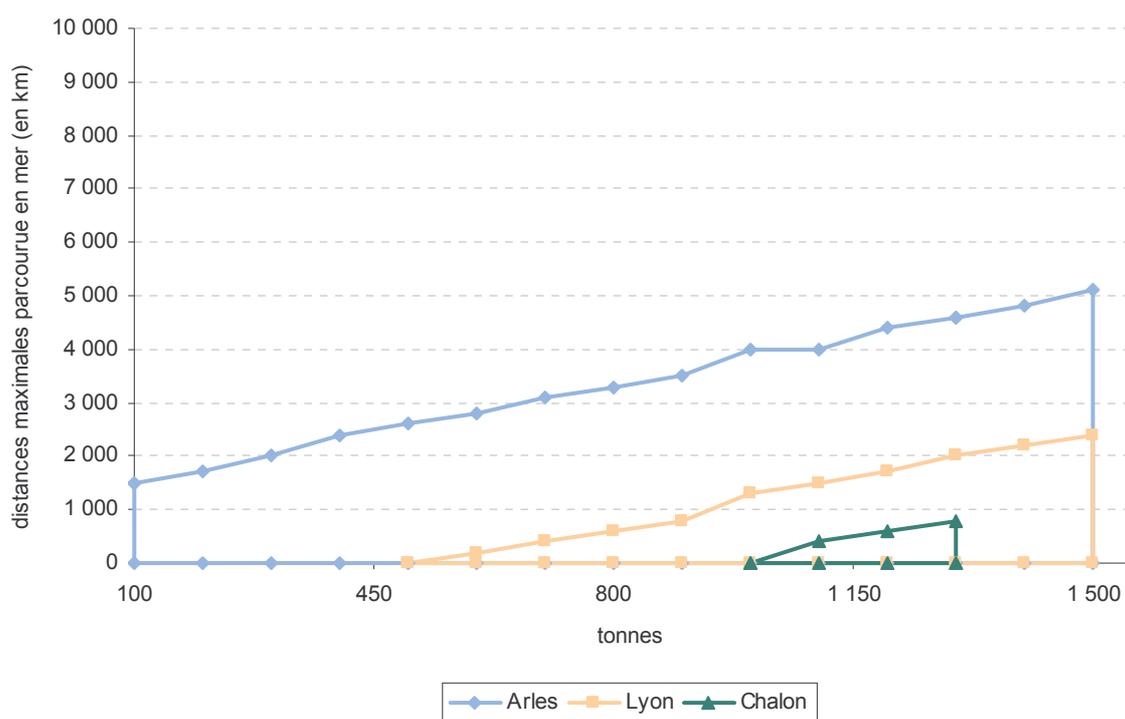
### C.2.b) La pertinence du FM2.

Le FM2 jauge 1.500 tpl. Il peut être exploité à pleine capacité jusqu'à Lyon, au-delà ses capacités d'emport se limitent à 1.300 tonnes (franchissement des ponts de Lyon, tirant d'eau).

Les paramètres de calculs sont identiques à ceux définis auparavant :

- *Escales fluviales et maritimes* : 1 jour par unité quelle que soit la chaîne logistique.
- *Transbordement* de la marchandise du fluvial vers le maritime ou inversement : 1 jour.
- *Repositionnement* : aucun.
- *Coût de transbordement* : 4 euros par tonne.
- *Densité de la marchandise* : 1.
- *Économie dégagée* : 15%.

Graphique 15 : Zones de pertinence du navire FM2 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône.



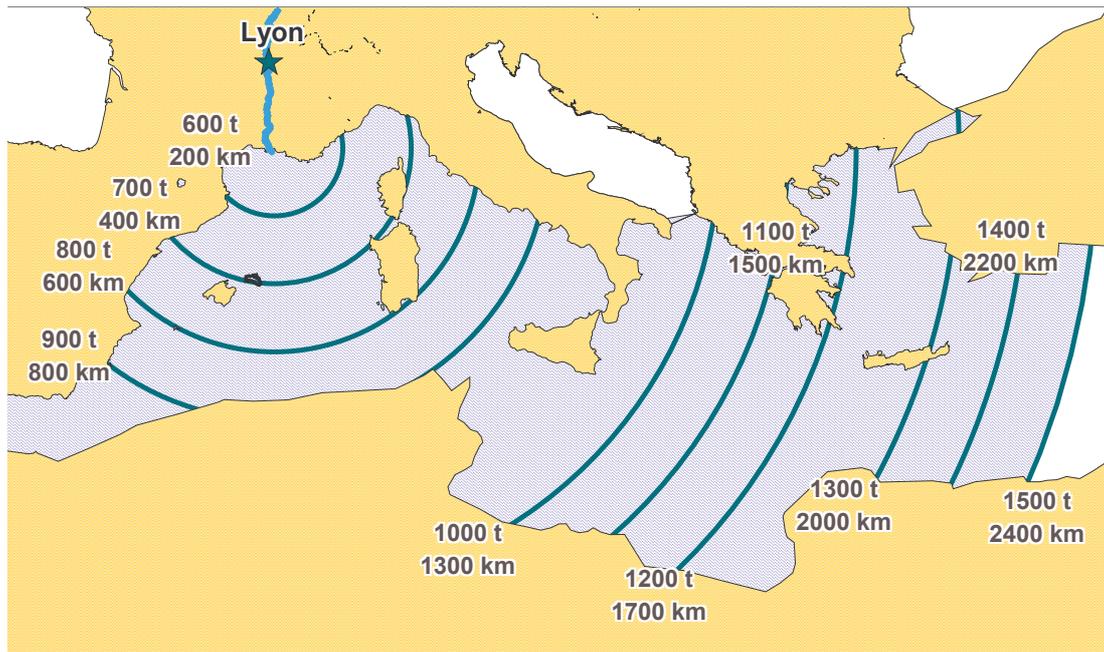
Source : Lopez C.

Nous distinguons trois aires de navigations. Conformément à l'équation du fluvio-maritime c'est au départ d'Arles que le FM2 dispose du degré de pertinence le plus fort. En raison des contraintes posées par l'infrastructure fluviale, la compétitivité du FM2 se limite à 1.300 tonnes lorsqu'il dessert Chalon.

Il n'est pas nécessaire de cartographier l'aire de navigation du FM2 au départ d'Arles. À partir de 500 tonnes, dans le respect de notre contrainte d'économie de coût, la distance maximale admissible en mer pour le FM2 dépasse le cadre géographique du bassin méditerranéen.

✓ *Au départ de Lyon :*

Carte 6 : Zone de pertinence du navire FM2 au départ de Lyon.

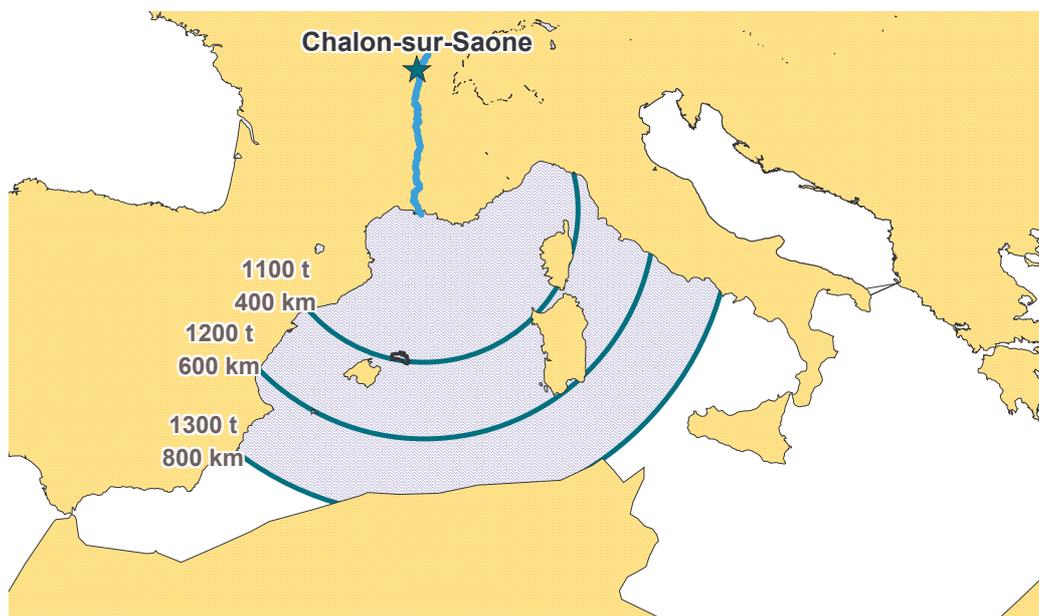


Source : Lopez C.

Au départ de Lyon le FM2 est relativement performant. Il existe néanmoins un tonnage plancher de pertinence : environ 500 tonnes. À pleine capacité le FM2 peut desservir la quasi-totalité du bassin méditerranéen dans des conditions tarifaires avantageuses.

✓ *Au départ de Chalon :*

Carte 7 : Zone de pertinence du navire FM2 au départ de Chalon.



Source : Lopez C.

Pour Chalon, l'aire de navigation du FM2 est plus restreinte. Elle est bornée à 800 kilomètres. La pertinence du FM2, au seuil de notre contrainte, se limite à la desserte de la Sardaigne et d'une partie du Maghreb. Cette aire de navigation couvre néanmoins « l'aire d'action » du fluvio-maritime au départ de la Bourgogne. En effet, l'Italie et ses îles, l'Algérie, la Tunisie et l'Espagne dans une moindre mesure, sont les pays d'origine ou de destination des marchandises traitées par le port de Chalon. En 2005, 65.000 tonnes de céréales ont été expédiées depuis Chalon et Mâcon vers l'Italie, soit plus 80% des produits agricoles exportés à partir de ces deux ports.

En intégrant un jour de repositionnement maritime le FM2 répond à notre contrainte uniquement au départ d'Arles et ce, pour la fourchette 1.200 à 1.500 tonnes. L'aire de navigation est toutefois limitée à 1.300 kilomètres (Grèce) lorsque le navire est à pleine capacité. Au départ de Lyon et Chalon le FM2 devient faiblement compétitif.

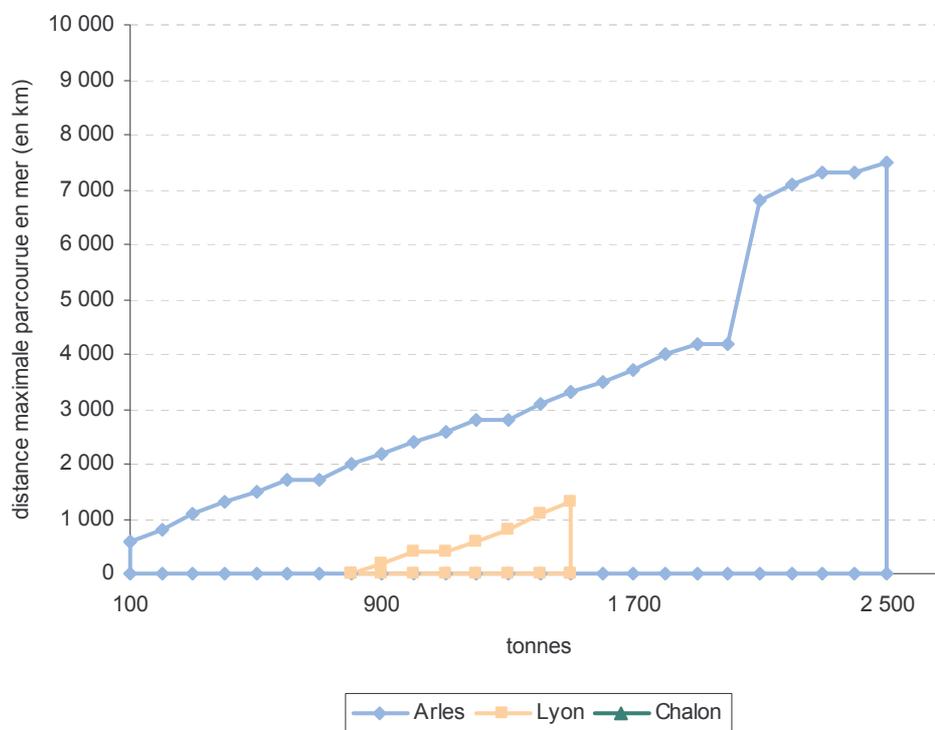
### C.2.c) La pertinence du FM3.

Avec une capacité d'emport de 2.500 tonnes, le FM3 est le plus grand navire fluvio-maritime de notre étude comparative. Il est toutefois soumis aux contraintes posées par l'infrastructure. Il dessert Arles en exploitant la totalité de sa cale (2.500 tonnes), pour Lyon le tonnage est réduit à 1.500 tonnes et 1.300 tonnes pour Chalon. C'est également le navire qui se rapproche le plus des caractéristiques des unités composant la chaîne « fluvial+maritime ».

Les paramètres de calculs sont :

- **Escales fluviales et maritimes** : 1 jour par unité quelle que soit la chaîne logistique.
- **Transbordement** de la marchandise du fluvial vers le maritime ou inversement : 1 jour.
- **Repositionnement** : aucun.
- **Coût de transbordement** : 4 euros par tonne.
- **Densité de la marchandise** : 1.
- **Économie dégagée** : 15%.

Graphique 16 : Zones de pertinence du navire FM3 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône.



Source : Lopez C.

✓ *Au départ d'Arles :*

Au départ d'Arles la totalité des ports méditerranéens peut être touchés par le FM3. L'allure de la zone de pertinence est atypique. En effet, entre 2.000 et 2.100 tonnes, une marche d'escalier se forme. Le brusque accroissement de l'aire de navigation provient d'un changement d'unité sur le segment fluvial.

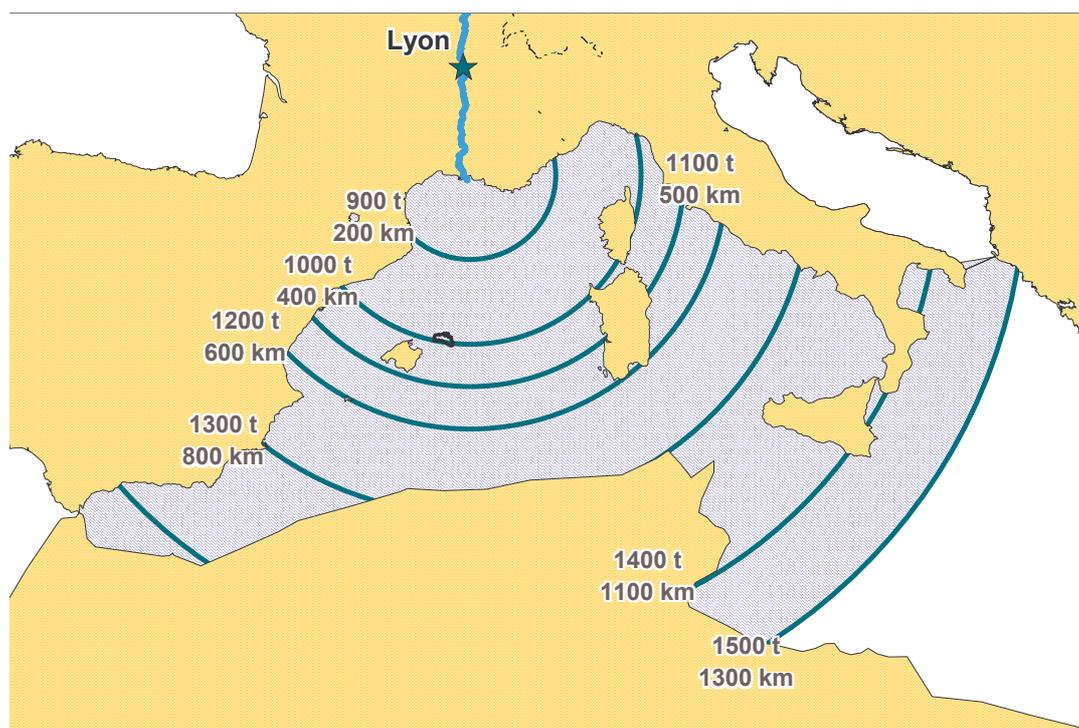
L'automoteur est privilégié pour des acheminements jusqu'à 2.000 tonnes incluses. Pour tout volume supérieur à ce tonnage, le convoi poussé est préféré. Il est cependant en sous-capacité. Ce dernier est moins coûteux que la mise en service de deux automoteurs (l'un à pleine capacité, l'autre partiellement chargé). Aux alentours de 2.000 tonnes, le convoi poussé est loin de ses limites maximales de chargement (4.400 tonnes) alors que le FM3 en est relativement proche (2.500 tonnes). Le passage vers une catégorie d'unité fluviale supérieure réduit le surcoût fluvial en valeur absolue. Le FM3 peut alors allonger son périple maritime dans le respect de la contrainte d'économie de coûts.

À pleine capacité (2.500 tonnes), l'aire de navigation du FM3 est proche de 10.000 kilomètres. Une distance qui dépasse largement les limites géographiques de la Méditerranée. Ceci peut expliquer certaines expéditions de tourbe depuis l'Europe du Nord (Allemagne, Lettonie) sur Arles pour la production d'engrais.

✓ *Au départ de Lyon :*

Au départ de Lyon, le FM3 a la possibilité de desservir toute l'Italie. Il existe toutefois un tonnage plancher de pertinence (900 tonnes).

**Carte 8 : Zone de pertinence du navire FM3 au départ de Lyon.**



Source : Lopez C.

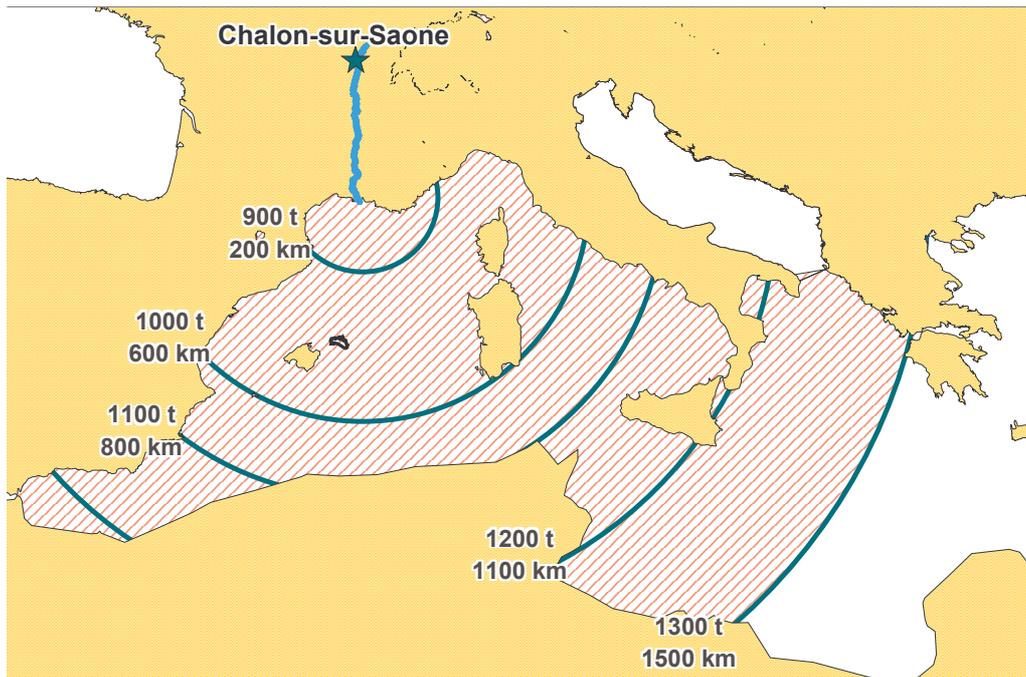
L'aire de navigation du FM3 est nettement plus petite que celle du FM2 ou du FM1 au départ de la cité rhodanienne. Comparativement, pour un transport de 1.000 tonnes le FM1 couvre une distance maritime de 2.600 kilomètres (Turquie), 1.300 kilomètres pour le FM2 (Italie du Sud) contre 400 kilomètres pour le FM3 (golfe de Gênes).

Le FM3 est non seulement le plus gros des navires fluvio-maritimes de notre étude, il est également le plus coûteux. Ceci conjugué à une exploitation en sous-capacité au-delà d'Arles altère fortement son niveau de compétitivité.

✓ *Au départ de Chalon :*

Le FM3 n'est pas pertinent au seuil de 15% au départ de Chalon en revanche pour une contrainte ramenée à 10%, il peut desservir toute la Méditerranée occidentale : le Maghreb, l'Italie et ses îles (cf. carte 9).

**Carte 9 : Zone de pertinence du navire FM3 au départ de Chalon, pour une réduction de coût de 10%.**



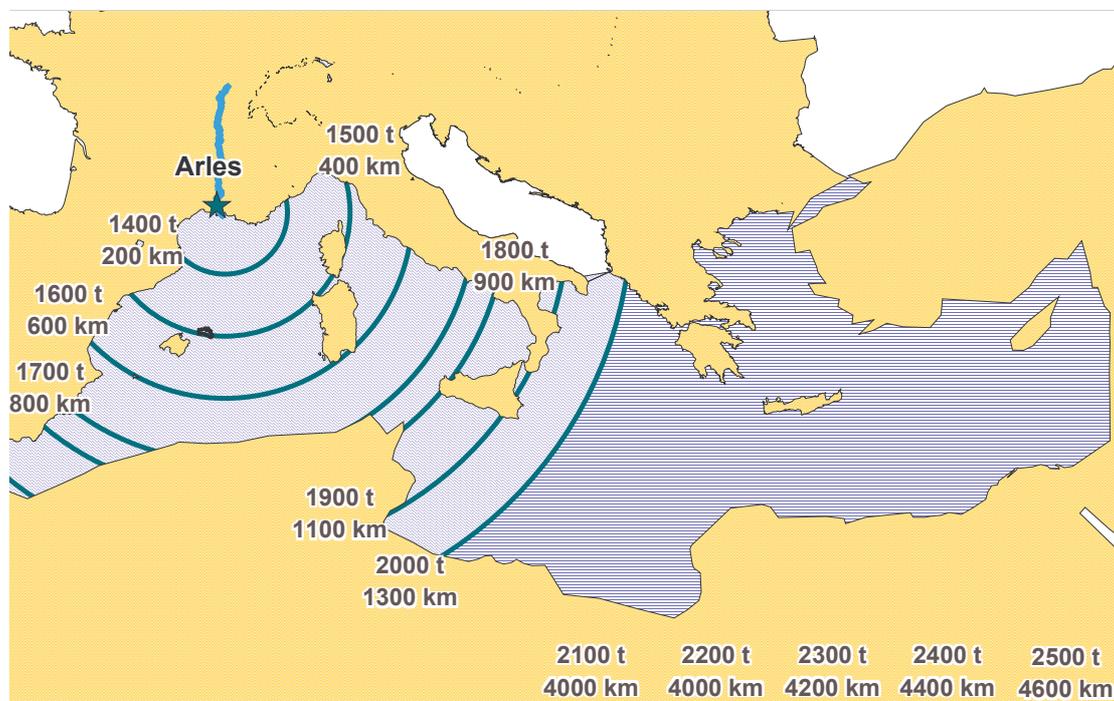
Source : Lopez C.

Au seuil de 10%, l'aire de navigation du FM3 au départ de Chalon correspond à son aire d'action : partie occidentale de la Méditerranée (Italie, Maghreb, Espagne).

En intégrant un jour de repositionnement maritime dans nos calculs (avec les autres paramètres inchangés), l'exploitation du FM3 ne présente aucun intérêt depuis Lyon et Chalon. Le fluvio-maritime lorsqu'il n'est pas plus coûteux, est quasiment aussi onéreux que la chaîne « fluvial + maritime ». Transport en sous capacité et niveau de pénétration continentale ont raison de la pertinence de ce navire.

Le FM3 reste en revanche concurrentiel au départ d'Arles avec cependant un tonnage plancher de pertinence : 1.400 tonnes (cf. carte 10).

**Carte 10 : Zone de pertinence du navire FM3 au départ d'Arles avec un jour de repositionnement maritime.**

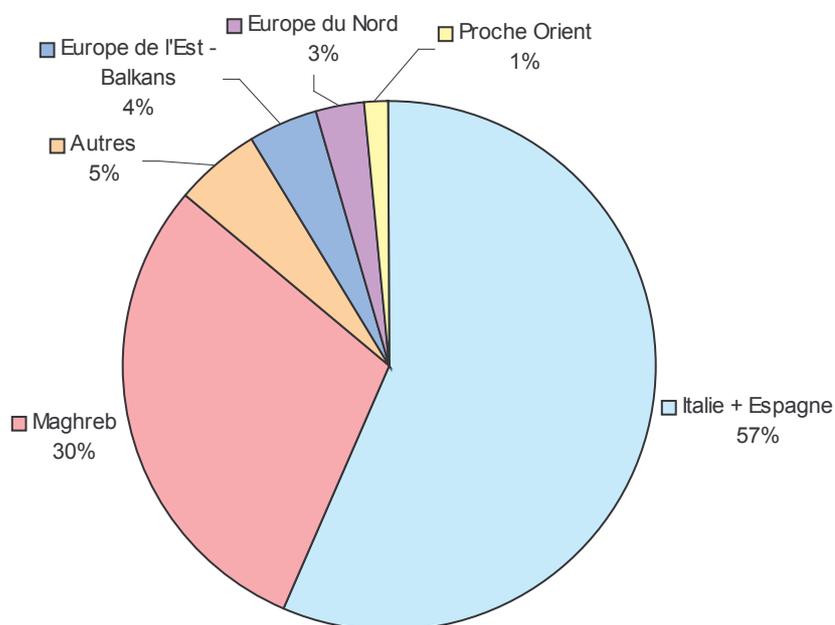


Source : Lopez C.

À partir de 2.000 tonnes l'aire de navigation sort des limites géographiques du bassin méditerranéen (zone hachurée horizontalement). L'exploitation d'une unité fluviale de catégorie supérieure explique « le bond en avant » de la zone de pertinence. A pleine capacité, le FM3 a la possibilité de couvrir une distance maritime de près de 5.000 kilomètres, tout en dégageant une économie de 15%.

Le bassin méditerranéen est un débouché naturel pour l'exploitation du fluvio-maritime au départ de Rhône-Saône. L'examen des différentes aires de navigation nous renseigne sur sa zone de « chalandise ». D'après la comparaison des coûts que nous venons de réaliser le fluvio-maritime peut être exploité de manière concurrentielle en Méditerranée Occidentale (triangle Espagne – Italie – Maghreb) et dans une moindre mesure jusqu'en Grèce et Turquie. La réalité des trafics fluvio-maritimes au départ du bassin Rhône-Saône valide nos résultats (cf. graphique 17).

**Graphique 17 : Répartition des trafics fluvio-maritimes de Rhône-Saône selon leur origine/destination (2005).**



Source : VNF, Lopez C.

En 2005, les trafics fluvio-maritimes ont atteint près de 855.000 tonnes. L'Italie est le pays le plus présent dans les échanges fluvio-maritimes, avec plus de 440.000 tonnes. Ce pays concentre un peu moins de 55% du trafic (dont près de 270.000 tonnes de *produits agricoles*, essentiellement des céréales). Le Maghreb est également bien représenté avec un tiers du volume, soit environ 255.000 tonnes. Certains trafics ont pour origine l'Europe du Nord (Allemagne, Danemark, Lettonie, Russie), il s'agit essentiellement de *combustibles* ; un trafic de tourbe alimentant une usine d'engrais implantée à Arles. L'aire d'action du fluvio-maritime reste principalement le bassin Méditerranéen, le volume des échanges avec les pays

du pourtour méditerranéen atteint 810.000 tonnes soit 95% des flux de l'année 2005. La Méditerranée Occidentale (Italie, Espagne et Maghreb) couvre plus de 85% des volumes soit plus de 735.000 tonnes. Le fluvio-maritime offre principalement des solutions logistiques « *rhodano-méditerranéennes* » pour de faibles tonnages en comparaison avec les trafics purement maritimes. En effet, le tonnage moyen des navires fluvio-maritimes fréquentant le bassin Rhône-Saône est de 1.500 tonnes.

Le principe du fluvio-maritime est celui d'un acheminement massifié rapprochant la marchandise le plus près possible de sa destination finale et/ou allant la chercher le plus près possible de son origine. Il peut s'agir d'un service de porte à porte, lorsqu'il connecte un appontement fluvial privé à un autre quai privé qu'il soit maritime ou fluvial.

L'analyse théorique du fluvio-maritime nous a permis de caractériser ce mode de transport encore méconnu en France : seuil de basculement, taille des lots. La cartographie de sa zone de pertinence démontre qu'il peut participer au développement du transport maritime à courte distance (TCMD) que l'Union Européenne compte soutenir face à la congestion routière.

Pour la Commission Européenne le cabotage maritime regroupe :

*« Tous les services de transport maritime, réguliers ou au voyage, effectués entre des ports européens ou avec des pays ayant une façade sur une mer limitrophe fermée, quelle que soit leur nature : vrac secs, liquides, marchandises conventionnelles, roulantes, conteneurisées voire même les passagers »*

Le principal atout du fluvio-maritime est de pouvoir desservir les principales zones industrielles européennes, cf. carte 11.

Carte 11 : Les dessertes fluvio-maritimes européennes.



source : Inland Navigation Europe.

En limitant le nombre de rupture de charge, le fluvio-maritime peut relier le bassin Rhône-Saône à l'ensemble du bassin méditerranéen. Dans une perspective de contournement des massifs montagneux (Alpes et Pyrénées), il peut connecter les Régions Rhône-Alpes et Bourgogne à l'arc méditerranéen. L'incendie du Fréjus au cours de l'été 2005 a relancé la problématique des traversées alpines. De nombreuses associations se sont montrées sensibles et vigilantes quant à des reports de trafic sur le tunnel du Mont-Blanc. Avec 1,5 million de poids lourds en 2004 (plus de 24 millions de tonnes), le Fréjus et le Mont-Blanc font partie des principaux itinéraires transalpins. L'opinion publique et les élus locaux de plus en plus sensibles aux problématiques environnementales souhaitent la mise en place de solutions alternatives. D'après ces associations, la situation est également préoccupante dans les Pyrénées. Malgré 27 points de passages frontaliers, 90% du trafic de marchandises entre la France et l'Espagne est concentré aux deux extrémités du massif : Hendaye, sur la façade atlantique et Le Perthus, côté Méditerranée. De 1995 à 2003, ces deux passages ont vu leur trafic poids lourds passer de 10.063 à 16.326 véhicules par jour. Bien que plus lent

comparativement à la route, le fluvio-maritime pourrait constituer une alternative intéressante pour certains flux de marchandise.

Le maritime implique des investissements moindres comparativement à la route ou au ferroviaire. Une passerelle routière coûte 3 millions d'euros, une grue mobile revient à 2,5 millions d'euros alors qu'un kilomètre d'autoroute peut coûter 7,5 millions d'euros. L'infrastructure portuaire est déjà en place ou nécessite quelques aménagements mineurs : matériel de manutention, goudronner et/ou clôturer des terres-pleins. Les délais de mise en œuvre sont en conséquence relativement rapides, contrairement à la construction d'une autoroute ou d'une voie ferrée. Le TMCD dispose également de facilités d'organisation. La navigation est possible 7 jours sur 7, 24 heures sur 24. Il n'est soumis à aucune contrainte concernant le temps de travail (temps de conduite des chauffeurs routiers).

Néanmoins, le cabotage maritime souffre de la double rupture de charge et de coûts de passage portuaire jugés importants. Les taxes portuaires ne sont pas uniformes sur l'ensemble du territoire européen. Les caboteurs sont souvent assimilés à des navires au long cours, et restent soumis aux mêmes exigences. Ces coûts fixes indépendants de la distance parcourue contraignent les unités à couvrir une certaine distance avant de pouvoir les compenser. Lorsqu'il est mis en concurrence avec des acheminements routiers, la pertinence du TMCD s'accroît avec la distance. Le TMCD doit également composer avec la méconnaissance et une certaine méfiance des opérateurs terrestres. Il en est de même pour le fluvio-maritime.

Malgré l'intérêt qu'il peut présenter le fluvio-maritime est encore marginal sur l'axe Rhône-Saône. L'objet de la troisième partie sera d'identifier les leviers d'action susceptibles de contribuer à son développement.

# Partie III

## **Partie III : Fluvio-maritime, marché et leviers d'action.**

L'analyse du fluvio-maritime ne peut se limiter à l'étude de sa pertinence et de son aire de navigation. Nous avons identifié les acteurs, leur organisation et les principaux postes de trafic. La pertinence du fluvio-maritime a été établie sur un plan théorique et par l'analyse de son aire de navigation. Cette troisième partie se veut plus opérationnelle et cherche à améliorer l'existant et/ou proposer des leviers d'action favorables au développement du fluvio-maritime sur Rhône-Saône.

La CEMT (2002) a défini une série de mesures susceptibles « *d'améliorer les conditions du transport fluvio-maritime.* » La liste de ces actions est reprise ci-dessous :

- Supprimer les incompatibilités juridiques des régimes applicables aux transports maritimes et aux transports par voies d'eau intérieures qui freinent le développement du fluvio-maritime ;
- Transférer le lieu d'accomplissement des formalités douanières des ports maritimes vers les ports intérieurs, et en simplifiant ces formalités pour le transport fluvio-maritime qui devrait être traité comme les transports terrestres ;
- Assurer au transport fluvio-maritime un accès non discriminatoire à la pleine mer et aux voies navigables intérieures ce qui implique notamment l'élaboration et l'adoption au niveau international de réglementations techniques spécifiques pour les bateaux fluvio-maritimes ;
- Favoriser le développement de techniques de transport permettant d'accroître la desserte géographique du transport fluvio-maritime sur le réseau de voies navigables intérieures ;
- Éviter que ne soient développées des unités de transport intermodal (UTI) dont les dimensions seraient incompatibles avec les infrastructures de transport terrestre ;
- Étendre les autoroutes de la mer jusqu'aux ports intérieurs.

Certaines de ces propositions sont reprises et développées dans cette troisième partie. De nouvelles actions sont envisagées comme les aides financières. Les aspects réglementaires seront traités dans la section suivante. L'extension des Autoroutes de la mer aux ports intérieurs peut être discutée. Le programme Marco Polo comprend des actions de transfert modal dans lesquelles le fluvio-maritime peut s'insérer à l'image du projet Iberlim développé dans cette troisième partie.

La troisième partie de notre travail s'articule autour de trois chapitres. Le premier, après un tour d'horizon des principales réglementations maritimes en vigueur, s'attache à examiner les aspects réglementaires et sécuritaires de la navigation fluvio-maritime. La navigation fluvio-maritime représente-t-elle une menace pour la navigation fluviale (accidentologie) ? Nous tenterons d'apporter des solutions à certains problèmes notamment celui des « pilotes fluviaux ».

La démarche du second chapitre consiste à analyser l'accessibilité de Rhône-Saône à la flotte fluvio-maritime européenne à partir des travaux de Charlier et Fohal (2005) ainsi que ses contraintes d'exploitation. Nous étudierons également la mise en place de lignes régulières conteneurisées et les causes de leurs échecs.

Le troisième chapitre, à partir des éléments développés auparavant, abordera la question des leviers d'action favorables au développement du fluvio-maritime : aides européennes et conditions d'accès, aides financières, innovations technologiques...

# **I. Fluvio-maritime : réglementation et sécurité.**

Chaque mode de transport est encadré par une réglementation qui lui est propre. Les différents cadres juridiques et réglementaires délimitent la responsabilité de chacun des acteurs de la chaîne de transport en cas de défaillance. Le transport maritime n'a pas très bonne presse auprès de l'opinion publique : marées noires, naufrages, navires poubelles, pavillons de complaisance, dégazages sont l'illustration d'un secteur d'activité difficile à contrôler et à réglementer. Certains acteurs ne respectent pas les règles, qu'en est-il des navires fluvio-maritimes fréquentant l'axe rhodanien ?

## **A. Réglementation des transports, généralités.**

Les règlements s'assurent que l'unité de transport et ses opérateurs soient en conformité avec des standards de sécurité (temps de conduite pour la route, classification pour les navires...). L'ensemble de ces dispositions cherche à concilier des objectifs parfois contradictoires. Vitesse et sécurité en sont un exemple marquant.

Le transporteur est confronté à une triple contrainte :

- ✓ **Assurer la qualité du transport** : la marchandise doit se retrouver intacte à destination.
- ✓ **Garantir le délai d'acheminement** : une livraison finale à la date convenue.
- ✓ **Garantir un service au meilleur coût.**

Il se retrouve partagé entre ses propres contraintes de rentabilité, les exigences du chargeur et les *desiderata* de la communauté internationale et des nations soucieuses de la protection de l'environnement. Dans un souci de rentabilité les transporteurs n'ont pas toujours d'avantages intrinsèques à s'intéresser de près à la sécurité ou aux conséquences de la défaillance d'une unité de transport.

La mondialisation se fonde sur une ouverture du commerce international. Les échanges entre nations stimulent la croissance. La concurrence qui en découle doit bénéficier au consommateur qui voit les prix se contracter. Dans ce contexte d'ouverture et de concurrence, les marchandises ont besoin de voyager vite. Le secteur des transports qu'il s'agisse d'acheminements de passagers ou de marchandises (quel que soit le mode) est soumis à une forte compétition intra ou inter-branche.

Toute unité de transport (navire, camion, avion, wagons) n'est rentable que lorsqu'elle circule. A quai elle représente une charge pour son propriétaire. Évoluant dans un

environnement fortement concurrentiel les transporteurs cherchent en conséquence à réduire au minimum la durée des escales ou de traitement des marchandises (contrôles douaniers, sanitaires...). Le chargeur exigera quant à lui un transport rapide et sûr. Les Autorités pour des raisons de sécurité (prévenir des risques d'attentats, lutter contre le trafic de drogue...) souhaitent et exercent un contrôle accru des marchandises. Ces opérations ralentissent souvent la course des marchandises dans leur périple.

Le transport maritime a une vocation internationale, 90% du commerce extérieur de l'Union Européenne en dépend. Les réglementations s'appliquant au transport maritime sont issues d'un consensus entre les nations. Elles obéissent toutes à des finalités administratives économiques, politiques ou techniques. Chaque réglementation est une réponse à des problèmes spécifiques apparus au cours de l'évolution du système de transport international. Elles peuvent être d'origine internationale, multilatérale, bilatérale ou nationale. Elles peuvent porter sur les obligations de l'État du pavillon, les régimes de responsabilité, les limitations d'accès aux cargaisons, les comportements commerciaux, la conception / construction des navires et leurs équipements. Elles peuvent également s'appliquer aux conditions d'armement et d'exploitation des navires.

Les réglementations maritimes internationales en vigueur ont été mises en œuvre par des organisations internationales comme l'Organisation Maritime Internationale (OMI), l'Organisation Internationale du Travail (OIT) ou la Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (CNUCED). Ces réglementations font suite au besoin ressenti par la communauté internationale de prendre des mesures nécessaires à l'optimisation de la sécurité des navires et des personnes embarquées et à la minimisation des coûts, pertes et dommages dus aux accidents de navires.

Malgré des réglementations perfectibles, le maritime est l'un des transports les plus sûrs de la planète. En 2005 ; plus de 7 milliards de tonnes de marchandises ont été acheminées dans le monde par voie maritime (CNUCED 2006). L'Union Européenne est étroitement liée au transport maritime. Près de 90% de son commerce extérieur et plus de 40% de ses échanges internes se font par mer. Au total près de 2 milliards de tonnes de fret sont débarquées ou embarquées dans les ports de l'Union chaque année. Les compagnies

maritimes appartenant à des ressortissants européens contrôlent près de 40% de la flotte mondiale. Le secteur maritime au sens large – incluant la construction navale, les ports, la pêche et les industries et services qui lui sont liés – emploie plus de 3 millions de personnes.

L'Union Européenne face aux difficultés du secteur routier à absorber la croissance de la demande de transport prône dans son livre blanc le développement de l'intermodalité :

*« Le recours à l'intermodalité revêt une importance fondamentale dans le développement d'alternatives compétitives au transport routier. Peu de réalisations concrètes ont vu le jour, à l'exception de quelques grands ports bien reliés au chemin de fer ou des canaux. Ceci implique que des actions soient prises pour mieux intégrer les modes qui bénéficient de capacités de transport potentielles importantes dans une chaîne de transport gérée efficacement, où toutes les prestations sont intégrées. Des mesures d'harmonisation technique et d'interopérabilité entre systèmes sont prioritaires, en particulier pour les conteneurs. En outre, un nouveau programme communautaire de soutien "Marco Polo", ciblé sur des initiatives innovatrices, en particulier la promotion des autoroutes de la mer, visera à faire de l'intermodalité plus qu'un simple slogan, mais une réalité compétitive et économiquement viable. »*

LIVRE BLANC, p15.

La politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix  
COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

Bruxelles, le 12.9.2001

COM(2001) 370 final.

[http://ec.europa.eu/transport/white\\_paper/documents/index\\_fr.htm](http://ec.europa.eu/transport/white_paper/documents/index_fr.htm)

Dans le cadre de l'intermodalité ou de la multimodalité les contrats de transport prévoient de nombreuses clauses en cas d'avarie. Traditionnellement, pour toute chaîne de transport intermodale, la rupture de charge délimite les responsabilités de chacun des acteurs et donc les réglementations à appliquer.

Le fluvio-maritime est un transport « monomodal » fondé sur un principe intermodal. Il concilie navigation maritime et fluviale sans qu'il soit nécessaire de changer d'unité de transport. Ceci pose problème en cas de litiges. Navires de mer adaptés à la navigation intérieure, ils relèvent juridiquement du Droit maritime. Sur le segment fluvial, le fluvio-

maritime superpose des réglementations fluviales et maritimes. Il en découle un « mille-feuilles » administratif source de nombreuses complications.

Nous ne nous attarderons pas trop sur les multiples conventions internationales et règlements nationaux et européens auxquels sont assujettis les navires de mer et donc les fluvio-maritimes. Notre objectif n'est pas de recenser et d'examiner toutes les règles qui s'imposent à la navigation maritime et fluvio-maritime. Nous cherchons à identifier les failles de la réglementation et leurs conséquences qui peuvent freiner le développement de l'activité fluvio-maritime, sur Rhône-Saône plus particulièrement. L'accent sera mis sur la partie fluviale du transport fluvio-maritime, puisque c'est à ce niveau que se posent les principales polémiques. Sur le segment maritime les navires fluvio-maritimes sont juridiquement dans leur élément (navires relevant du Droit maritime). Après un tour d'horizon des règles de navigation maritimes, nous tacherons d'identifier les dysfonctionnements (recensement des avaries...) liés à l'activité fluvio-maritime et les pratiques qui peuvent paraître contraires aux règles de sécurité et d'apporter des solutions adéquates.

## **B. Les principales réglementations internationales.**

### **1). La prévention des accidents, les coûts de la sécurité.**

La grande majorité des réglementations et conventions appliquées au transport maritime concerne la sécurité des navires et de leur personnel ainsi que la protection de l'environnement. L'introduction de ces « interférences » dans le fonctionnement du marché est indispensable car le marché n'a pas réussi à assurer des niveaux de sécurité acceptables pour la communauté internationale. Le tableau ci-dessous reprend les principales conventions internationales.

**Tableau 17 : Les principales conventions et réglementations internationales en matière de transport maritime.**

<b>Adoption</b>	<b>1<sup>ère</sup> entrée en vigueur</b>	<b>Description</b>
1969	1975	<b>CLC</b> – convention sur la responsabilité civile pour les dommages dus à la pollution par hydrocarbures
1973	1983	<b>MARPOL 73/78</b> – prévention de la pollution maritime par les navires.
1974	1980	<b>SOLAS 74</b> – <i>Safety Of Life At Sea</i> , instaure des normes minimales de construction, d'équipement et d'exploitation des navires.
1978	1984	<b>STCW 78</b> – normes sur la formation maritime.
1990	1992	<b>OPA 90</b> – <i>Oil Pollution Act</i> , impose dans les eaux territoriales US des pétroliers double-coques et augmente la responsabilité des armateurs en cas de pollution (+ fonds de garantie).
1994	1997/2002 application	<b>Code ISM</b> – mise en place de procédures de gestion de la qualité à bord des navires, à terre et à l'interface entre les intervenants (chapitre 9 SOLAS 74)
1995	2002	<b>STCW 95</b> – normes sur la qualification des équipages et la qualité des instituts de formation qui délivre les certificats.

L'absence de sécurité représente un risque important pour l'environnement. Appliquer des normes rigoureuses au secteur maritime présente également un coût non négligeable pour les armateurs (et indirectement leurs clients – chargeurs, consommateurs finaux). Entre ces deux extrémités, il existe « une bonne conduite » assurant un niveau de sécurité acceptable pour tous.

Le rapport de l'OCDE « Avantages concurrentiels dont bénéficient certains armateurs du fait de l'inobservation des règles et des normes internationales en vigueur » publié en 1996 compare les coûts encourus pour des navires en activité à des niveaux d'exploitation différents.

Pour un navire de référence (un vraquier de 30.000 tpl âgé de 20 ans), le rapport retient les niveaux d'exploitation suivants (en \$US par jour) :

- Plafond : 7.500 \$US par jour.
- Bonne pratique : 4.500 \$US par jour.
- Pratique courante : 3.750 \$US par jour.
- Pratique standard : 3.250 \$US par jour.
- Plancher : 2.750 \$US par jour.

Le niveau « standard » correspond au niveau minimum de dépenses pour satisfaire à l'application des normes de base en matière de sécurité. Le niveau « plancher » se situe à un niveau d'exploitation en deçà du niveau « standard ». L'exploitation peut se poursuivre à ce niveau si et seulement si le navire n'est pas repéré par les Autorités. La « pratique courante » renvoie à un niveau moyen de dépenses adoptées par la majorité des armateurs. Au niveau « plafond » le navire est exploité dans les conditions maximales de sécurité.

La différence entre les pratiques « plafond » et « plancher » est d'environ 5.000 \$US par jour. Le coût journalier d'exploitation d'un vraquier passe du simple au triple selon le niveau d'exigence de l'armateur en matière de sécurité et de protection de l'environnement. La marge dégagée par l'exploitation d'un navire sous-norme en comparaison avec une pratique standard est de 500 \$US par jour (du niveau plancher au niveau standard), soit 182.500 \$US par an. Ceci représente une économie de 15% et près de 30% sur la base d'une pratique courante.

Si le niveau « plancher » correspond à une moyenne commerciale fictive entre les normes de sécurité et les coûts, l'OCDE estime que l'application minimale des impératifs de sécurité (c'est-à-dire passage d'un niveau plancher à une pratique standard) augmentera le coût d'exploitation du navire de référence de 15%, soit 237.000 \$US par an pour un pétrolier type et 182.500 \$US pour le vraquier de référence. Transposé à l'ensemble de la flotte mondiale, le coût total de remise à niveau (passage du niveau « plancher » au niveau « standard ») serait d'environ 4 milliards \$US. Le non-respect des règles de sécurité génère des économies substantielles et accroît fortement la compétitivité d'armateurs peu scrupuleux. Ces chiffres doivent être actualisés. Ils donnent cependant une idée des coûts de mise à niveau de la flotte de commerce mondiale. Ils expriment le surcoût socialement acceptable du transport maritime. Ce surcoût est consenti par la communauté internationale pour garantir un niveau acceptable de sécurité des transports maritimes.

## 2). *Le coût de l'absence de sécurité.*

La sécurité a certes un coût, son absence s'apprécie en pertes de navires, en pertes de vies humaines, et dans certains cas en de très importants dommages à l'environnement et en pertes économiques (pollution par le pétrole notamment).

La perte d'un navire et de sa marchandise représente des sommes importantes. En 2004 (cf. tableau 18), le remplacement d'un *Capesize* (vraquier de plus de 150.000 tpl) au prix du neuf était de 61 millions \$US, celui d'un *Panamax* (vraquier de 75.000 tpl) était de 35 millions \$US et un porte-conteneurs de 2.500 EVP atteignait 42 millions \$US. L'OCDE estime qu'en prenant une valeur résiduelle de 20 millions \$US par navire, la centaine de navires perdus en 2000 correspondrait à une perte d'environ 2 milliards \$US. La perte des cargaisons embarquées augmente de manière appréciable ce chiffre. Il n'est toutefois pas facile d'en évaluer le montant.

**Tableau 18 : Prix de navires neufs pour certaines années** (en millions de dollars - \$US).

type de navire	1995	2000	2002	2003	2004	% évolution 2003/2004
<i>vraquier 50.000 tpl</i>	25	20	15	22	30	36,4%
<i>vraquier 75.000 tpl</i>	29	23	20	25	35	40,0%
<i>vraquier 170.000 tpl</i>	40	40	31	47	61	29,8%
<i>pétrolier 45.000 tpl</i>	34	29	26	30	38	26,7%
<i>pétrolier 105.000 tpl</i>	43	41	35	41	56	36,6%
<i>pétrolier 280.000 tpl</i>	85	76	67	75	105	40,0%
<i>porte-conteneur 2.500 EVP</i>	50	35	28	38	42	10,5%

Source : Review of maritime transport 2005, UNCTAD secretariat

Il convient d'ajouter aux coûts de la perte d'un navire, de sa marchandise et de son équipage, les coûts liés à l'environnement. Parmi ces coûts, certains sont facilement quantifiables (pertes de production des aquacultures, pertes de recettes touristiques...) et d'autres ne peuvent être qu'estimés (dommages causés à l'environnement). Malgré un grand nombre d'études sur les coûts occasionnés par les naufrages, il n'existe pas à ce jour d'estimations globales des coûts imputables aux accidents de la mer. Cependant, une seule catastrophe maritime peut entraîner des coûts près de 2,5 fois supérieurs à ceux de mise en conformité de la flotte mondiale au niveau standard de sécurité.

Le magazine *Fairplay* du 25 mars 1999 a estimé le coût probable, pour Exxon, du naufrage de l'*Exxon Valdez* en 1989. Le coût total du sinistre atteindrait 9,6 milliards \$US.

Ce total comprendrait :

- ✗ 2,5 milliards \$US : nettoyage des dégâts physiques.
- ✗ 135 millions \$US : remboursement des dépenses fédérales aux États-Unis.
- ✗ 205 millions \$US : remplacement des habitats sauvages et des ressources naturelles.
- ✗ 1 milliard \$US : dommages fédéraux / des États et action d'une société de services d'oléoduc.
- ✗ 25 millions \$US : amendes et pénalités.
- ✗ 5,6 milliards \$US : actions privées en dommages et intérêts (en instance devant les tribunaux américains).

La perte d'un navire et de sa cargaison implique des coûts importants pour la collectivité plus particulièrement lorsqu'il s'agit de naufrage impliquant des pétroliers.

L'*Exxon Valdez* n'est pourtant pas une catastrophe écologique majeure. Avec 37.000 tonnes de pétrole déversées, il se situe au quarantième rang des déversements de pétrole par navire.

Le risque zéro n'existe pas en transport maritime. Selon les statistiques de l'OMI portant sur la perte de navires de plus de 500 tonneaux, un navire est perdu en moyenne tous les deux jours. En moyenne chaque jour un accident grave pouvant aller jusqu'à la perte totale du navire se produit sur les mers du globe (250 accidents ou avaries majeures en moyenne annuelle). Cependant, force est de constater que le secteur du transport maritime dans son ensemble devient plus sûr depuis plusieurs années.

Ainsi, la quantité de pétrole déversée chaque année par des navires était nettement corrélée à la quantité de pétrole transportée (OCDE 2001). Cette tendance s'est inversée à la fin des années 80. Les déversements de pétrole ont diminué en dépit de l'augmentation des quantités de pétrole consommées. 1979 a été l'année des plus importantes marées noires, près de 0,3 % du pétrole acheminé a été déversé (plus de 600.000 tonnes), cette proportion est tombée à 0,0005 % en 1998. La moyenne annuelle des déversements pétroliers est passée de 0,21 million de tonnes par an pour la période 1988-92 à 0,08 million de tonnes par an pour la période 1993-99.

Le transport maritime est devenu plus sûr, suite à une conjonction d'événements. L'opinion publique est de plus en plus sensible aux questions environnementales. Des législations plus strictes sont entrées en vigueur, comme la loi des États-Unis sur la pollution de 1990. Des innovations techniques ont été apportées aux navires : la majorité des navires construits depuis le début de la décennie 80 sont équipés de "systèmes de gaz inerte" empêchant la formation de vapeurs explosives dans les citernes à cargaison. Les contrôles de navires par l'État de port ont été renforcés : le Mémoire de Paris date de 1982, le Mémoire de Tokyo a été adopté en 1993.

Concernant le secteur du vrac (catégorie à laquelle les fluvio-maritimes appartiennent), les techniques de chargement ont été modifiées au fil des ans. Chaque navire

est doté d'un plan de chargement qu'il doit strictement respecter, empêchant des déséquilibres de charge et réduisant les efforts excessifs de la coque. Ces mesures limitent les défaillances de la structure du navire : distorsion jusqu'à rupture. Depuis les années 90, un programme d'inspection plus rigoureux des navires a vu le jour : inspection des cales de vraquiers de 10 ans et plus et/ou de 150 mètres de long et plus. Ces nouvelles dispositions ont contribué à assainir la flotte de vraquiers.

La sécurité des navires de lignes régulières s'est quant à elle améliorée avec l'essor de la conteneurisation. Les porte-conteneurs cellulaires doivent être fiables (respect des horaires). Ils sont, en conséquence, construits selon des normes exigeantes, et équipés de dispositifs de sécurité des plus modernes. Le développement récent du trafic de conteneurs et la course au gigantisme que se livrent les armateurs (cf. seconde partie) accentuent le renouvellement de la flotte. Les problèmes de vétusté ou de mauvais entretien se rencontrent donc rarement pour ce type de navire.

Le transport maritime est devenu plus sûr. Les réglementations en vigueur sont jugées suffisantes par l'ensemble du secteur maritime pour assurer un niveau raisonnable de sécurité et de protection de l'environnement. Cependant l'efficacité des contrôles est à améliorer (cf. section suivante).

### ***3). Le rôle de l'État de pavillon.***

Certains armateurs ne se soucient guère de l'environnement et se focalisent uniquement sur la maximisation du profit à très court terme au point d'armer des navires qualifiés de « poubelles ». Ils sont aidés dans leur entreprise par le caractère international du transport maritime et des formules d'assurance qui font obstacle à l'attribution des responsabilités en cas d'accident, particulièrement si les navires sont immatriculés sous pavillon de complaisance ou pavillon de libre immatriculation.

### Encadré 1 : les pavillons de libre immatriculation.

Les pays de libre immatriculation autorisent des non-résidents à être propriétaires ou à contrôler ses navires marchands ; et ce sans que l'armateur soit soumis à une législation susceptible de le gêner dans la conduite de ses affaires. L'immatriculation est caractérisée par sa facilité et sa rapidité – parfois quelques heures – bien souvent sans contrôle contraignant ni respect des conventions internationales, ni de fortes charges fiscales.

L'armateur bénéficie d'avantages fiscaux : les revenus tirés du navire ne sont pas localement soumis à l'impôt ou celui-ci est relativement faible. Second avantage : une réduction des dépenses d'équipage, les réglementations nationales des États de complaisance sont très souples concernant l'embauche, les qualifications requises, les garanties de rémunérations, les congés. Les armateurs ont également une indépendance vis-à-vis des pouvoirs publics locaux : libre choix des chantiers de construction sur le marché international, non-réquisition de l'État en cas de guerre ou de crise. Ces mesures autorisent un allègement des coûts de plus de 50% par rapport à une immatriculation dans un registre respectueux des règles internationales (sécurité, pollution et conditions de travail). Certains pavillons servent de refuge à des bâtiments porteurs de gros risques pour l'environnement maritime et humain.

L'intérêt des pays de libre immatriculation réside dans l'apport de ces flottes (frais d'enregistrement des navires) à leur balance des paiements. Les États d'origine des propriétaires (la majorité des PDEM) admettent le transfert – la France depuis 1984 – sous pavillon de complaisance de navires appartenant à leurs ressortissants. Ils espèrent en cautionnant de telles pratiques garantir la maîtrise d'une flotte compétitive, le maintien de l'emploi de leurs officiers et personnels navigants.

Pour contrer la prolifération des immatriculations et concurrencer les pavillons de complaisance des registres bis ont été créés. Dits *offshores*, ils permettent de recruter des marins « au contrat » et de composer des équipages avec des navigants étrangers. Exemples de registres bis : Danemark, DIS (*Danish International Ship Register*) ; France, TAAF (Terres Australes et Antarctiques Françaises) ou registre Kerguelen, 65% de l'équipage échappe au statut du marin français, depuis mai 2005 le Registre International Français (RIF) remplace le registre de Kerguelen ; Grande-Bretagne, Île de Man ; Norvège, NIS (*Norwegian International Ship Register*).

Sur les 895,8 millions de tpl (tonnes de port en lourd) que constitue le tonnage de la flotte mondiale en 2005, environ 45% sont immatriculées dans l'un des principaux pays de libre immatriculation, soit moins de 400 millions de tpl. Les 30 dernières années sont marquées par une logique de réduction des coûts c'est pourquoi la tendance à immatriculer sous pavillon de complaisance persiste. La flotte répondant à un régime de libre immatriculation est passée de 70,3 millions de tpl en 1970, environ 22% du tonnage mondial de l'époque à environ 400 millions de tpl aujourd'hui.

Les États du pavillon sont censés exercer une juridiction et un contrôle effectifs sur les questions administratives, techniques et sociales concernant les navires qui battent leur pavillon. Cependant, certaines administrations de l'État du pavillon ne sont pas en position et/ou n'ont pas la volonté d'assumer les responsabilités que leur confère la Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer de 1982 (UNCLOS). Les visites annuelles et les inspections avant immatriculation par les États du pavillon n'ont pas toujours lieu, et les déficiences, si elles sont détectées, restent parfois sans suite. Dans certains États l'immatriculation des navires est une source de revenus. Les considérations commerciales priment alors sur les questions de sécurité. L'action des États à l'égard de leur flotte n'est pas partout identique. Alors que certaines administrations s'attachent à exercer scrupuleusement leurs responsabilités, d'autres y prêtent peu d'attention.

Les États du pavillon délèguent souvent une partie de cette responsabilité à des sociétés de classification. Ces sociétés délivrent à partir d'inspections poussées et régulières (pendant la construction du navire ou lors des différents arrêts techniques pour réparations) les certificats de navigabilité du navire. Documents sans lesquels l'armateur ne peut exploiter son navire. En France, l'État a cédé une partie de ses compétences au Bureau Veritas en charge de contrôler la structure du navire. En Italie la société Rina s'occupe de l'ensemble des vérifications. Cette société a délivré les certificats de l'*Erika* et du *Ievoli Sun* deux navires qui se sont abîmés le long des côtes bretonnes récemment.

Le caractère privé de ces sociétés peut conduire à des vérifications et certifications de complaisance par souci de rentabilité. Certaines sociétés sont connues pour avoir certifié des navires qui avaient été en infraction avec les réglementations. La certification délivrée ne peut dans ce contexte être un indicateur sérieux de la navigabilité. Néanmoins, une nouvelle directive européenne devrait permettre de retirer cet agrément plus facilement aux mauvais élèves (cf. section suivante).

Cette situation a provoqué la création du contrôle par l'État de port. Cette vérification découle de la réaction des États préoccupés de voir leurs ports fréquentés par des navires manifestement dangereux pour la vie humaine et l'environnement.

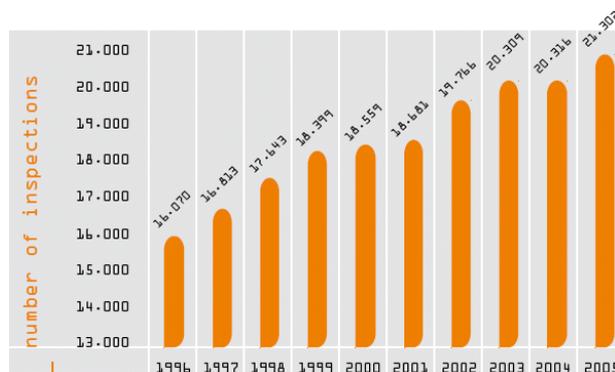
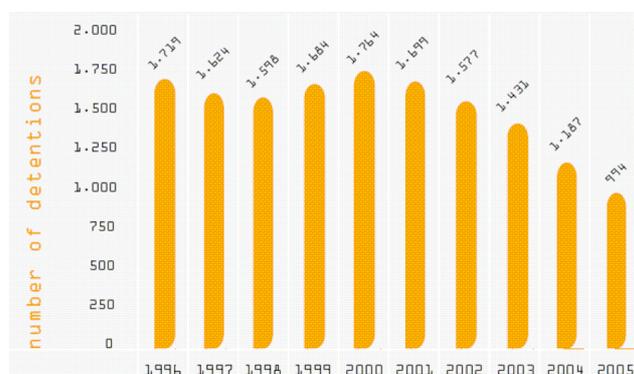
#### *4). Le contrôle par l'État du port, le Mémorandum de Paris.*

Le contrôle par l'État du port est prévu par chacune des conventions internationales liées à la sécurité des navires ou la prévention de l'environnement. Il consiste à vérifier que les navires étrangers en escale dans les ports sont bien conformes aux conventions internationales auxquelles ils sont soumis. Ce type d'action ne peut-être mené isolément par un État, sous peine de voir les navires désertter ses ports au profit des pays voisins. L'idée de mener une action coordonnée dans ce domaine a donné naissance au Mémorandum de Paris (MOU Paris).

Établi sur l'initiative de la France, et signé en 1982, cet accord international établit un contrôle coordonné des navires étrangers afin de lutter contre la prolifération des navires sous-normes. Les pays de l'Union Européenne ayant un littoral, la Norvège, la Fédération de Russie, le Canada et l'Islande ont ratifié cet accord qui a pour objet d'harmoniser et de coordonner entre ses signataires les contrôles effectués sur les navires dans les ports.

En 2005, plus de 21.000 inspections de navires étrangers ont été effectuées (un peu plus de 16.000 en 1995) par les pays signataires du Mémorandum. 994 navires ont été retenus ou retardés (contre 1.837 en 1995) à cause de défauts compromettant leur état de navigabilité ou représentant une menace pour l'environnement marin.

L'augmentation du nombre d'inspections et la diminution du nombre de navires retenus est le signe d'une certaine efficacité de la politique Européenne en matière de sécurité maritime.



Source : Rapport annuel du mémorandum de Paris 2005.

<http://www.parismou.org/upload/anrep/Anrep2005.pdf>

En 1995, une directive européenne adoptée le 19 juin 1996 sous présidence française, a conforté le dispositif du Mémorandum de Paris en le rendant obligatoire pour les États membres, en renforçant certains contrôles, en rendant obligatoire la publication des résultats des contrôles et en prévoyant l'interdiction d'accès aux ports européens à certains navires identifiés. De plus la directive a fixé à 25% le pourcentage de navires étrangers à contrôler.

Cette directive est aujourd'hui en cours de refonte afin de renforcer le contrôle des navires à risques, en le rendant systématique. La réforme introduit également pour les pétroliers, des contrôles de la structure par la visite des ballasts.

## C. Les évolutions du système et des autorités.

### 1). Le transport maritime, un secteur vulnérable.

Après les attentats du 11 septembre, les gouvernements ont pris conscience de leur vulnérabilité face à la menace terroriste et plus particulièrement celle du transport maritime. En effet, le maritime est un système ouvert d'échanges qui repose sur le principe du « n'importe » :

*N'importe quel armateur, exploitant n'importe quel navire, battant n'importe quel pavillon, peut embarquer dans n'importe quel port, à destination de n'importe où, n'importe quelle marchandise, à n'importe quel prix sans rien demander à personne.*

Les transports maritimes parce que largement ouverts constituent une cible facile pour les terroristes. L'OCDE dans un rapport de 2003 concernant la sûreté des transports maritimes identifie 4 facteurs de risques.

#### ↳ **La cargaison :**

- Utiliser la cargaison pour y placer clandestinement des personnes et/ou des armes.
- Utiliser la cargaison pour transporter des armes conventionnelles nucléaires, chimiques ou biologiques.

#### ↳ **Les navires :**

- Utiliser le navire comme une arme.
- Utiliser le navire pour perpétrer un attentat.
- Couler le navire pour perturber l'infrastructure.

cf. L'attaque terroriste dont a été victime le pétrolier français *Limburg* en octobre 2002. L'objectif de ce type d'action est de perturber les équilibres des marchés de l'énergie et, par ricochet, l'ensemble de l'économie mondiale.

↳ **Les personnes :**

- Attaquer le navire pour provoquer des pertes en vie humaines.
- Dissimuler des terroristes sous l'identité de marins.

↳ **L'argent :**

- Utiliser les recettes des transports maritimes pour financer des activités terroristes.
- Utiliser des navires pour blanchir des fonds illicites destinés à des organisations terroristes.

D'après l'OCDE, les principales conséquences de la vulnérabilité du secteur maritime sont :

- ✗ Les pertes de vies humaines.
- ✗ L'interruption des flux de marchandises, avec de graves conséquences sur l'économie mondiale.
- ✗ L'accroissement des coûts de transport en raison de l'application de normes de sécurité plus strictes.

Le transport maritime est vulnérable par les volumes échangés. En 2005, plus de 7 milliards de tonnes de marchandises ont été transportées par plus de 46.000 navires différents, dans environ 4.000 ports à travers le monde. L'OCDE estime que le coût d'un attentat de grande envergure pourrait se chiffrer à plusieurs centaines de milliards de dollars. Ce coût pourrait atteindre 58 milliards de dollars pour les seuls États-Unis en raison de ses conséquences indirectes. À la suite des attentats du 11 septembre, les USA ont fermé leur espace aérien pendant 4 jours. De telles mesures appliquées au transport maritime auraient de graves répercussions non seulement pour l'économie américaine mais aussi pour le reste de la planète : plus de 80% du commerce mondial est acheminé par voie maritime. Pour l'ensemble du secteur maritime (investissements portuaires et de navires), l'OCDE situe la dépense initiale de mise à niveau de la flotte mondiale entre de 2 et 3 milliards US\$ et approximativement 1 milliard US\$ de charges annuelles.

Ces coûts additionnels de sécurité se décomposent en adaptations techniques (clôtures des terminaux portuaires, renforcement de la sécurité sur les navires, identification des navires, etc.) ; en formation du personnel et élaboration des processus (plan de sûreté des

installations portuaires). Les armateurs évaluent le coût moyen initial d'adaptation d'un navire à 60.000 US\$ et 15.000 US\$ le coût moyen annuel d'entretien du nouveau matériel. Armateurs de France estime la remise à niveau de la flotte immatriculée en France à environ 8,8 millions d'euros en investissement et 2,7 millions en coûts de fonctionnement. Ces nouvelles mesures représentent d'après la Commission Européenne un surcoût de 6 euros par conteneur.

## 2). *Les évolutions récentes sur la sécurité.*

Les accidents répétés de l'*Erika* (1999), du *Ievoli Sun* (2000), et du *Prestige* (2002) ainsi que les initiatives américaines en matière de protection antiterroriste suite aux attentats du 11 septembre 2001 ont entraîné un renforcement de la législation en matière de sûreté et de sécurité maritime. L'enjeu principal est l'adéquation du principe de liberté de circulation sur les mers avec le respect d'un cadre d'activité de plus en plus réglementé.

Au niveau Européen la sécurité des transports maritimes a été renforcée avec la mise en place des paquets Erika I, II et récemment Erika III.

### **× *Le Paquet Erika I :***

Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen, du 21 mars 2000, sur la sécurité maritime du transport pétrolier [[COM \(2000\) 142](#) final - Non publié au Journal officiel].

#### *1) Renforcement du contrôle par l'État du port :*

La **directive 2001/106/CE** du 19 décembre 2001 (modifiant la directive 95/21/CE) renforce le contrôle par l'État du port dans l'Union européenne. Le régime des inspections, défini par le Mémorandum de Paris de 1982, est rendu uniforme et obligatoire pour tous les États membres. Cette directive oblige notamment les États membres à inspecter certaines catégories de navires présentant un « *risque manifeste pour la sécurité en mer et l'environnement marin en raison de leur mauvais état, de leur pavillon et de leurs antécédents* ». Elle impose également aux États concernés de refuser l'accès à leurs ports aux navires ayant été immobilisés à deux reprises dans un port durant les deux années précédentes. Une liste noire

des pavillons présentant un risque est publiée par la Commission Européenne comme base d'information pour les États membres.

*2) Mesures relatives aux sociétés de classification :*

La **directive 2001/105/CE** du 19 décembre 2001 (modifiant la directive 94/57/CE) vise à encadrer plus rigoureusement les activités des sociétés de classification. Le texte introduit une procédure de suspension et de retrait de l'agrément par la Commission, si celle-ci constate que les sociétés de classification ne respectent pas les règles communautaires en vigueur. Les critères de l'agrément sont durcis sur certains points.

*3) Calendrier d'élimination des navires à simple coque :*

Le **règlement 417/2002** du 18 février 2002 instaure un calendrier spécifique d'élimination des navires à simple coque. Ce règlement concerne les pétroliers.

**× Le Paquet Erika II :**

Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen, du 6 décembre 2000, sur un deuxième train de mesures communautaires en matière de sécurité maritime suite au naufrage du pétrolier Erika [[COM \(2000\) 802](#) final - Non publié au Journal officiel].

*1) Suivi du trafic maritime :*

La **directive 2002/59/CE** du 27 juin 2002 relative à la mise en place d'un système communautaire de suivi du trafic des navires et d'informations afin de renforcer la surveillance du trafic dans les eaux européennes : Système AIS (système d'identification automatique), Système VDR (système enregistreur de données du voyage – sorte de boîte noire).

*2) Création de l'Agence européenne de sécurité maritime (AESM) :*

Le **règlement 1406/2002** du 27 juin 2002 crée l'Agence Européenne de Sécurité Maritime. L'Agence doit renforcer la coordination des États membres de manière à réduire les risques d'accidents maritimes, de pollutions par les navires et de décès en mer.

### **\* Le paquet Erika III :**

Communication de la Commission du 23 novembre 2005, sur Troisième Paquet de mesures législatives en faveur de la sécurité maritime dans l'Union européenne [COM(2005) 585 final]

L'objectif de ce paquet est d'assainir la flotte de navires desservant les ports européens en s'assurant que les États membres appliquent les règles maritimes internationales aux navires. Ce paquet de mesures doit permettre de concentrer les contrôles de l'État du port sur les navires les plus douteux.

Le paquet Erika III comprend 7 mesures reprises ci-dessous<sup>37</sup> :

*1) Renforcer la qualité des pavillons européens :*

S'assurer que tous les États membres contrôlent l'application des règles internationales aux navires battant leur pavillon.

*2) La refonte de la législation en matière de contrôle par l'État du port :*

Simplifier et améliorer la qualité et l'efficacité des contrôles par l'État du port, en se concentrant davantage sur les navires « douteux ».

*3) La modification de la directive sur le « suivi du trafic » :*

Définir un cadre juridique clair et précis sur les lieux de refuge (pour navires en difficultés). Poursuivre le développement de l'outil SafeSeaNet<sup>38</sup> afin de prendre connaissance des mouvements des cargaisons dangereuses ou polluantes et des navires circulant dans les eaux européennes.

---

<sup>37</sup> Ces 7 mesures sont succinctement reprises dans un mémo publié par la Commission Européenne, Direction des Transports : [http://ec.europa.eu/transport/maritime/safety/doc/package3/2005\\_11\\_23\\_memo\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/transport/maritime/safety/doc/package3/2005_11_23_memo_fr.pdf)

<sup>38</sup> Plate-forme d'échange de données entre les administrations maritimes des États membres. Tous les États membres seront interconnectés au travers de SafeSeaNet.

4) *Améliorer les règles en vigueur concernant les sociétés de classification :*

Améliorer la qualité du travail des sociétés de classification. Renforcer les obligations de transparence et de coopérations techniques des organismes agréés. Un système d'inspections et de sanctions, y compris des sanctions financières, sera mis en place.

5) *Proposition de directive sur les enquêtes après accident :*

Mettre en place un cadre commun dans l'Union européenne afin de garantir l'efficacité, l'objectivité et la transparence des enquêtes techniques maritimes après accidents. Harmoniser les procédures d'enquêtes techniques.

6) *Un règlement sur la responsabilité et l'indemnisation des dommages aux passagers en cas d'accident.*

7) *Une directive sur la responsabilité civile des propriétaires de navires :*

Mettre un terme au système actuel qui permet aux propriétaires de navires de limiter leur responsabilité jusqu'à un certain plafond lorsqu'ils commettent des négligences graves à l'origine de pollutions majeures.

Les accidents répétés de l'*Erika*, du *Prestige* et du *Ievoli Sun* ; une opinion publique plus sensible aux pollutions et les nouveaux paquets de mesures adaptés ou en cours d'application ont modifié les comportements. Il s'ensuit un nouvel équilibre entre l'offre et la demande causant des variations de taux de fret. Dans les mois qui ont suivi le naufrage de l'*Erika*, une tension sur les frets s'est ressentie avec une prime accordée aux navires de bonne qualité. D'autre part, le renforcement des mesures de sécurité renouvelle l'attrait des pavillons traditionnels. Immatriculer son navire dans un registre fort est un signal de sérieux et de rigueur envoyé au marché.

## ***D. La navigation fluvio-maritime, un risque pour le bassin Rhône-Saône ?***

Au regard des différents problèmes inhérents à la navigation maritime, il est légitime de se poser la question du risque que les navires fluvio-maritimes peuvent représenter. Nous aborderons dans cette section la question du contrôle des navires fluvio-maritimes, leur niveau d'accidentologie et les problèmes dérivant de leur circulation sur le fleuve.

### ***1). Contrôle des navires fluvio-maritimes sur le bassin Rhône-Saône ?***

Malgré les efforts consentis pour se conformer aux directives de l'Union Européenne, et un net renforcement des contrôles de navires par l'État du port, la navigation fluvio-maritime semble « passer à travers les mailles du filet ». En effet, peu de navires fluvio-maritimes ont fait l'objet de contrôle.

Les navires fluvio-maritimes opérant en France connectent les ports fluviaux du bassin Rhône-Saône ou de la Seine à la Méditerranée ou à la façade atlantique/mer du Nord. Le contrôle des navires doit s'effectuer dans les ports fluviaux et non dans les ports maritimes. Or les services de navigation intérieure (représentant l'État sur l'ensemble du réseau de voies navigables) ne sont pas habilités à contrôler les navires fluvio-maritimes lorsqu'ils escales dans un port de leur juridiction. Ces services (commission de surveillance) exercent pourtant le pouvoir de police de l'eau : contrôle et verbalisation des unités fluviales. L'impossibilité d'inspection provient de l'application du Droit. Les fluvio-maritimes sont des navires de mer relevant du Droit maritime alors que les services navigation ont une compétence juridique pour tout ce qui a trait au fluvial. La compétence technique du contrôle est donc dévolue aux services déconcentrés des directions régionales ou départementales des affaires maritimes.

La répartition des compétences entre les différents services administratifs n'est pas la seule entrave aux procédures de contrôle. Le découpage administratif des juridictions des affaires maritimes complexifie le contrôle des fluvio-maritimes. Sur le bassin Rhône-Saône, la compétence territoriale appartient au Centre de Sécurité des Navires (CSN) de Rouen, sauf pour les Bouches du Rhône (CSN de Marseille) et le Gard (CSN de Sète). Ce découpage administratif pose des problèmes de déplacements des personnels en cas de nécessité d'un contrôle urgent. Diverses solutions sont à l'étude, soit transférer cette compétence au CSN de Marseille, soit détacher un inspecteur auprès du Service Navigation (toutes les aptitudes seraient regroupées au sein du service navigation Rhône-Saône). Cette situation n'est pas sans poser quelques interrogations : quels risques peuvent représenter les navires fluvio-maritimes sur Rhône-Saône ?

## *2). Fluvio-maritimes et incidents de navigation sur Rhône-Saône.*

Parce que difficilement contrôlables et pas toujours respectueux de certaines règles de navigation fluviale, le service navigation Rhône-Saône a tendance à considérer les navires fluvio-maritimes comme de « mauvais élèves » – cf. annexe 4 un exemple qui entretient la mauvaise réputation du fluvio-maritime auprès des autorités fluviales (coupure presse). Toutefois, en examinant les statistiques des accidents ou incidents répertoriés dans la circonscription de la Commission de Surveillance de Lyon entre 1999 et 2003 – cf. annexe 5 liste et détail des incidents répertoriés au cours de la période –, les fluvio-maritimes ne sont pas régulièrement mis en cause.

En l'espace de 5 ans, 45 accidents fluvio-maritimes ont été comptabilisés sur un total de 300 (fluvial + fluvio-maritime). Ceci nous donne une moyenne de 9 incidents par an. La part des accidents fluvio-maritimes est proportionnelle à leur contribution au trafic total de Rhône-Saône. Sur la période, 15% des incidents sont imputables aux fluvio-maritimes alors qu'ils représentent 14% du trafic total : 3 millions de tonnes sur un trafic total de 24 millions (fluvial + fluvio-maritime).

Une liste des accidents impliquant les unités fluvio-maritimes est reprise en annexe (annexe 5). Cette liste n'est cependant pas exhaustive. Sont uniquement recensés les faits portés à la connaissance du Service Navigation. Il est ainsi probable que le nombre d'avaries engageant des navires fluvio-maritimes sur le bassin soit plus important.

Sur le bassin, les deux principales causes d'accidents sont l'erreur de pilotage et le non-respect des règles de navigation avec approximativement trois-quarts des accidents de fluvio-maritimes. Les pannes mécaniques comptent pour 10%.

La récurrence des erreurs de pilotage inquiète le Service Navigation. En effet ces erreurs se traduisent par des échouages, des heurts dans les écluses ou à leurs abords et des collisions avec les ouvrages d'art (piles, tabliers de pont...). Bien que sans gravité (aucune perte de vie humaine n'est à déplorer) les dégâts matériels occasionnés présentent un risque pour l'infrastructure et donc pour l'ensemble du trafic. Une interruption de la circulation fluviale peut emprisonner de nombreuses unités. Le bassin Rhône-Saône forme un cul de sac. Pour les unités à grand gabarit, il n'existe pas d'itinéraire alternatif pour gagner la Méditerranée ou le Nord de l'axe.

La forte proportion des collisions, un tiers des accidents, reflète le manque de manœuvrabilité des fluvio-maritimes. Réalisant un compromis entre un automoteur et un caboteur ; les navires fluvio-maritimes restent des navires de mer. Ils ne sont pas parfaitement adaptés à la navigation fluviale, ils sont surtout « taillés » pour la mer.

Les deux unités de transport suivantes sont de taille équivalente. Elles nous serviront de référence pour une comparaison entre unités fluviales et fluvio-maritimes. Dimensions (longueur×largeur×tirant d'eau) en mètres :

L'*Aristote* pour le navire fluvio-maritime : 85,0×11,4×3,75

Le *Loreley* pour l'automoteur : 85,0×9,0×3,0

Pour une capacité de chargement de 1.500 tonnes chacun, l'automoteur est plus motorisé que le navire fluvio-maritime, plus de mille chevaux (jusqu'à 1.500) contre environ 900 (à plus de

1 000) ; un pousseur affiche en revanche une puissance motrice comprise entre 2.000 et 2.500 chevaux.

La navigation maritime ne nécessite pas des machines très puissantes, la force exercée par le courant fluvial et une vague ne sont pas de même nature et n'ont pas les mêmes effets sur les unités de transport. Équiper un fluvio-maritime de moteurs plus puissants accentuerait d'une part ses coûts d'exploitation (coûts d'achat et de soutes supplémentaires) et limiterait d'autre part sa capacité de chargement (la salle des machines occupant une place plus importante). La rentabilité économique du navire s'en trouverait alors menacée. La navigation fluviale requiert une machinerie puissante, afin de remonter le courant. Le Rhône est particulièrement connu pour être un fleuve capricieux et relativement difficile à naviguer.

Le rapport entre poids total en charge en déplacement et le nombre de chevaux apparaît comme un indicateur pertinent de manœuvrabilité. Plus le tonnage déplacé par cheval sera faible, plus l'unité de transport sera facile à manœuvrer. Ce rapport s'établit aux alentours de 1,25 tonne par cheval pour notre automoteur de référence contre quasiment 2 tonnes par cheval pour le fluvio-maritime. Ainsi, par tonne transportée un fluvio-maritime est près de deux fois moins motorisé qu'un automoteur.

Outre cette différence de motorisation, l'architecture de chacune des unités explique le manque de manœuvrabilité des fluvio-maritimes. Les automoteurs sont bien plus légers. L'automoteur doit déplacer environ 2.000 tonnes à vide, alors que notre fluvio-maritime de référence pèse aux alentours de 2.600 tonnes. Plus lourds, les fluvio-maritimes sont dotés d'une structure en acier afin de résister à la houle et au roulis auxquels les unités fluviales ne sont pas exposées.

D'autre part, un gouvernail proche de l'hélice et plus grand accroît la manœuvrabilité des unités fluviales. Cela leur permet de mieux enchaîner les méandres du fleuve. Les hélices ne sont pas identiques, plus grandes les hélices des fluvio-maritimes tournent moins vite, réduisant ainsi la consommation d'énergie. Elles ne leur permettent pas d'affronter le courant fluvial dans des conditions optimales.

Toutes ces considérations démontrent que les fluvio-maritimes sont des unités maritimes. Naviguer en mer ne nécessite pas des temps de réaction rapides, et une très grande

manœuvrabilité. La mer n'est pas une infrastructure aussi contraignante que les canaux ou rivières. Elle offre des espaces de circulation quasi illimités. Les seules contraintes de navigation se trouvent à l'approche et dans les ports dont les eaux sont relativement protégées.

Autre point sensible le nombre important d'échouages, plus de 20% des accidents. Ce type d'incident peut être provoqué par une erreur de pilotage (le navire n'a pas respecté le chenal de navigation), le non-respect des gabarits fluviaux (tirant d'eau notamment) ou une mauvaise gestion de la voie d'eau (manque d'entretien du réseau, banc de sable non signalé...). Les deux premiers cas se rencontrent le plus fréquemment.

Les échouages s'expliquent principalement par le non-respect des gabarits fluviaux (tirant d'eau) en raison du problème de maximisation des profits. L'exploitation d'un navire fluvio-maritime relève de la sphère privée. L'opérateur cherche donc à maximiser son profit. Or, l'infrastructure représente une contrainte pour les fluvio-maritimes limitant leur taille et leurs capacités de chargement (cf. sections précédentes). Dans un souci de rentabilité et de compétitivité les fluvio-maritimes sont parfois chargés au-delà des caractéristiques maximales de l'infrastructure (tirant d'eau). La CNR garantit un tirant d'eau (maximum autorisé) de 3 mètres sur le Rhône (sauf pour la section en amont d'Arles 4,25 mètres – d'Arles à Port Saint Louis du Rhône, seuil de Terrin). Le tirant d'eau est en réalité supérieur. Il avoisine les 3,50 mètres. Le différentiel de 50 centimètres entre le tirant d'eau maximum autorisé et la réalité correspond au pied de pilote : marge de sécurité permettant d'éviter le phénomène de succion<sup>39</sup> et/ou de formation d'un banc de sable ou autre. Sur le Rhône, il n'est pas rare que les unités fluviales ou fluvio-maritimes enfoncent à 3,20 mètres. En ne respectant pas les limites d'enfoncement les opérateurs ont la possibilité de charger un peu plus leur unité. Un centimètre d'enfoncement supplémentaire permet à un navire fluvio-maritime de transporter une dizaine de tonnes additionnelles. Sachant que la CNR s'impose un pied de pilote d'une cinquante de centimètres, certains opérateurs font le pari de charger un peu plus leur unité.

---

<sup>39</sup> Un espace trop faible entre la coque et le fond de la rivière (du canal) empêche l'eau de s'écouler sous la coque et colle l'unité de transport aux fonds.

Un autre aspect relevant du domaine de la sécurité laissant « perplexe » le Service Navigation concerne l'assurance des navires fluvio-maritimes et les dommages causés aux tiers. Navires de mer inscrits dans le Droit maritime, ils n'obéissent pas aux mêmes règles que les unités fluviales.

À l'inverse de la route où tout véhicule circulant est obligatoirement assuré, il n'existe pas sur le fleuve d'obligation d'assurance. Seule la marchandise est assurée, et ce dans le cadre du contrat de transport. La flotte de Rhône-Saône est dans sa grande majorité bien assurée. Le Service Navigation Rhône-Saône estime à une dizaine de pourcents le nombre d'unités non ou mal assurées. Les fluvio-maritimes sont certes assurés, cependant ils le sont à concurrence d'un plafond généralement bas en comparaison avec les dégâts occasionnés.

En juin 2001, le navire *Laura* a heurté la travée rive droite du pont routier de Saint Romain des Îles, mettant en péril l'ouvrage. Une erreur de pilotage semble être à l'origine du sinistre : le « pilote fluvial » étant dans l'incapacité de communiquer clairement avec les membres de l'équipage. Cet accident a causé sur le pont une interruption de toutes circulations, y compris piétonnière, pendant une année. D'après le règlement Général de Police de navigation intérieure, le responsable est en premier lieu le titulaire du certificat de navigation en l'occurrence le « pilote fluvial » dans le jargon. Or les « pilotes fluviaux » dont nous verrons les particularités dans la prochaine section, ne sont généralement pas assurés. Le montant des dommages a été évalué à environ 1,5 million d'euros, alors que le navire était assuré pour un plafond de 75.000 euros. L'affaire est en cours de jugement. En raison du défaut d'assurance du « pilote », d'un niveau d'assurance limité du navire et dans l'attente du jugement, la Collectivité a pris en charge les frais de réparation de l'ouvrage.

### 3). *Les « pilotes fluviaux » quelle compétence pour quel métier ?*

Sur la partie fluviale, au-delà des limites de l'inscription maritime (fixées par décret sur le Rhône, au pont de Trinquetaille en Arles – 1<sup>er</sup> obstacle à la navigation maritime) la présence à bord d'un navire (quelle que soit sa nature : maritime ou fluvial) d'une personne titulaire d'un certificat de capacité fluvial est obligatoire :

**Règlement Général de Police – article 1-02-1.**

**« Tout bâtiment ainsi que tout matériel flottant doit être placée sous l'autorité d'une personne ayant l'aptitude nécessaire à cet effet. Cette personne est appelée ci-après conducteur. »**

Le conducteur est réputé avoir l'aptitude requise lorsqu'il est titulaire du certificat de capacité ou du permis de conduire prescrit pour la section qu'il parcourt et pour la catégorie de bâtiment qu'il conduit.

L'équipage des fluvio-maritimes n'a pas la compétence pour assumer la navigation fluviale. Le capitaine ou un membre d'équipage peut obtenir cette compétence s'il devient titulaire du certificat de capacité. En l'absence de cette aptitude, les armateurs et les agents fluvio-maritimes recourent à ce qu'il convient d'appeler des « pilotes fluviaux ». Ces « pilotes fluviaux », souvent d'anciens marinières, monnaient leur savoir-faire auprès des opérateurs. Ces pilotes sont des travailleurs indépendants. Cependant, aucun cadre réglementaire ne reconnaît cette profession. Il convient néanmoins de ne pas les confondre avec les pilotes maritimes. Il n'existe aucune obligation de pilotage en secteur fluvial contrairement au maritime où le recours aux pilotes est obligatoire (les pilotes conseillent le commandant d'un navire en lui fournissant toutes les informations nécessaires à la navigation aux abords et dans les ports). Dans le cadre de la navigation intérieure et plus particulièrement sur le bassin Rhône-Saône, seule est exigée la présence à bord d'une personne en possession d'un certificat de capacité.

L'absence d'un statut propre aux « pilotes fluviaux » soulève de nombreuses interrogations :

✓ *Ont-ils vraiment les compétences pour manœuvrer des navires de mer ?*

Un fluvio-maritime est bien plus complexe qu'un automoteur ou un pousseur. Il ne réagit pas de la même façon aux commandes. Gabarit, tirant d'air, enfoncement, conditions de manœuvrabilité divergent d'une embarcation à l'autre. Il n'est pas certain que les « pilotes fluviaux » ont toujours une bonne connaissance du navire sur lequel ils embarquent. Le pilote maritime conseille le capitaine qui reste maître de son navire. Dans le cas du « pilote fluvial », il n'est pas rare que ce dernier soit aux commandes sans connaître parfaitement les caractéristiques du navire.

Il existe quelquefois des problèmes de communications entre le pilote et l'équipage du fluvio-maritime. L'anglais est incontournable dans le transport maritime. Ce n'est pas le cas pour le transport fluvial. Le conducteur a besoin de comprendre les instructions des éclusiers et également de se faire comprendre auprès d'eux. Le français prime donc. Ainsi, l'incapacité de certains « pilotes » à communiquer clairement avec les membres d'équipage est parfois source d'accidents.

*Suite à un échouage de fluvio-maritime, un « pilote fluvial » expliquait à un employé du Service Navigation qu'il arrivait toujours à se débrouiller, bien que s'exprimant dans un anglais très approximatif et pas du tout dans la langue de l'équipage (le russe). Si la situation posait trop de difficultés, l'agent maritime servait d'interprète par téléphone. D'où les préoccupations du fonctionnaire, qui s'interroge en cas de situation d'urgence.*

✓ *La responsabilité des « pilotes fluviaux » :*

Dans le cadre de la navigation maritime, le responsable juridique en cas de problèmes est le capitaine et non le pilote maritime. Il en va différemment pour la navigation fluviale. Le « pilote fluvial » seul titulaire d'un certificat de capacité est responsable (étant identifié comme conducteur) même s'il ne tient pas la barre.

**Règlement Général de Police, article 1-02-1 alinéa 5 :**

*« Le conducteur est responsable (en l'occurrence le « pilote fluvial » pour les navires fluvio-maritimes) des dispositions du présent règlement... »* - c'est-à-dire de l'ensemble des dispositions du règlement général de police et des textes pris pour son application-.

Aucune réglementation n'encadre le « métier de pilote fluvial ». De plus, il n'existe pas d'obligation d'assurance pour la conduite d'une unité circulant sur Rhône-Saône. Ce « vide » crée chez certains un sentiment « d'impunité ». D'après le Service Navigation Rhône-Saône, les pilotes embarqués sur des navires fluvio-maritimes ne semblent pas tous avoir conscience de l'engagement de leur responsabilité en cas de problème.

Un autre point de discordance concerne le temps de conduite des pilotes fluviaux. Même si ce sujet ne relève pas directement des compétences du Service Navigation mais de celles des Directions Régionales de l'Équipement (Inspection des Transports), la durée du temps de travail des pilotes fluviaux est problématique. La durée moyenne d'un trajet entre Chalon et Port Saint-Louis du Rhône est d'environ 36 heures dans le sens avalant et de 42 heures à la remontée. Trois cas de figure peuvent se rencontrer :

- ↳ Présence à bord de 2 « pilotes fluviaux » : le navire voyage en continu, le pilotage est assuré alternativement par quart de 6 heures (situation satisfaisante).
- ↳ Présence d'un seul « pilote fluvial » : le navire fait des escales permettant au pilote de respecter ses temps de repos (situation satisfaisante, si elle est respectée).
- ↳ Présence d'un seul pilote : le navire effectue son trajet sans étape (situation non acceptable pour les Autorités). *Certains accidents sont survenus alors que le pilote fluvial se reposait, un membre de l'équipage étant aux commandes.*

#### **4). Réglementer la profession de « pilote fluvial » ?**

Les fluvio-maritimes soulèvent de nombreuses interrogations quant à la navigation fluviale : respect des règles, contrôles des navires... Les principales controverses inhérentes à la navigation fluvio-maritime touchent souvent la problématique des « pilotes fluviaux ».

Le Service Navigation estime nécessaire de légiférer ou de mieux encadrer la profession de « pilote fluvial ». Il n'existe aucun cadre réglementaire définissant clairement

les qualités requises pour la conduite d'un navire de mer en milieu fluvial. Ni l'armateur, ni l'agent maritime n'ont la possibilité de s'assurer que le pilote soit suffisamment aguerri pour manœuvrer une unité maritime.

La création d'une charte de qualité du transport fluvio-maritime est à l'étude. Charte qui selon toute vraisemblance devrait être co-signée par les « pilotes fluviaux », les gestionnaires de ports, les agents fluvio-maritimes et les gestionnaires de l'infrastructure (VNF<sup>40</sup> et la CNR<sup>41</sup>). Elle pourrait définir des principes forts et des engagements tels que :

- Définition de la tâche de « pilote fluvial », conditions de travail, vérification des documents de bord avant de « prendre la route ».
- Respect des règles de navigation et de vigilance compte tenu des caractéristiques des navires.
- Conditions de chargement et de déchargement des marchandises.
- Rôles des agences maritimes et fluvio-maritimes.
- Assurances.

Au même titre qu'il existe des licences de pilote maritime la création d'une licence de pilote fluvio-maritime pourrait être envisagée. Cette licence définirait les prérogatives indispensables à la conduite d'un fluvio-maritime en milieu fluvial. L'obtention de cette licence pourrait être soumise à l'obligation :

- De parler anglais et français : communication (comprendre et être compris) avec l'équipage et les éclusiers.
- D'être familiarisé avec des embarcations maritimes (manœuvrabilité, gabarit...).
- D'avoir des connaissances du milieu fluvial, être titulaire d'un certificat de capacité depuis un certain temps.
- Obligation d'être assuré.

Mieux encadrer cette profession de pilote fluvial limitera certaines pratiques jugées « informelles » et contribuera au renforcement de la sécurité des trafics sur le fleuve.

Le poste pilotage de rivière est relativement coûteux : plus de 3.500 euros pour atteindre Chalon au départ de Port Saint Louis du Rhône. Sous conditions d'effectuer un

---

<sup>40</sup> Voies Navigables de France.

certain nombre de voyages dans l'année sur le bassin, les capitaines de navires fluvio-maritimes pourraient obtenir un certificat de capacité simplifié. Ce dernier pourrait consister à valider un examen théorique rappelant les principales règles de navigation fluviale (signalisation...). Des notions de français pourraient également être enseignées afin de pouvoir communiquer clairement avec les gestionnaires de l'infrastructure fluviale. Cette démarche supprimerait le poste de dépenses « pilotage de rivière » et réduirait le coût de transport d'au maximum 2,70 euros par tonne (base 1.300 tonnes transportées jusqu'à Chalon) soit près de 10% du coût pour une liaison Chalon-Sardaigne. Les conditions de mise en application de cette mesure restent à définir.

Les opérateurs fluvio-maritimes soulignent la difficulté d'opérer un élargissement des compétences des capitaines. La rotation des équipages, la barrière linguistique (obligation de parler français) constituent autant d'obstacles à surmonter. Ils soulignent également le vieillissement de la population de « pilotes fluviaux ». La formation de nouveaux « pilotes » leur paraît nécessaire. Par ailleurs la profession signale que la navigation fluviale du navire permet d'offrir à l'équipage un temps de repos plus important qu'en mer. Le « pilote fluvial » assure la conduite du bateau déchargeant les hommes du bord d'une partie de leurs tâches.

A défaut d'un cadre réglementaire précis, toutes sortes de comportements peuvent être observées notamment celui de « passager clandestin ». Tous les « pilotes fluviaux » n'agissent pas ainsi. Toutefois poser des jalons réglementaires semblerait essentiel.

---

<sup>41</sup> Compagnie Nationale du Rhône.

## **II. Le fluvio-maritime : accessibilité et contraintes d'exploitation.**

À cheval entre deux environnements possédant chacun des logiques économiques différentes, le fluvio-maritime transpose un schéma d'organisation maritime au segment fluvial. Vraquiers fortement spécialisés car adaptés à la navigation fluviale, ils s'intègrent parfaitement dans le marché du transport de vrac secs, dont nous retrouvons le mode opératoire.

## **A. Fluvio-maritime et accessibilité des voies navigables.**

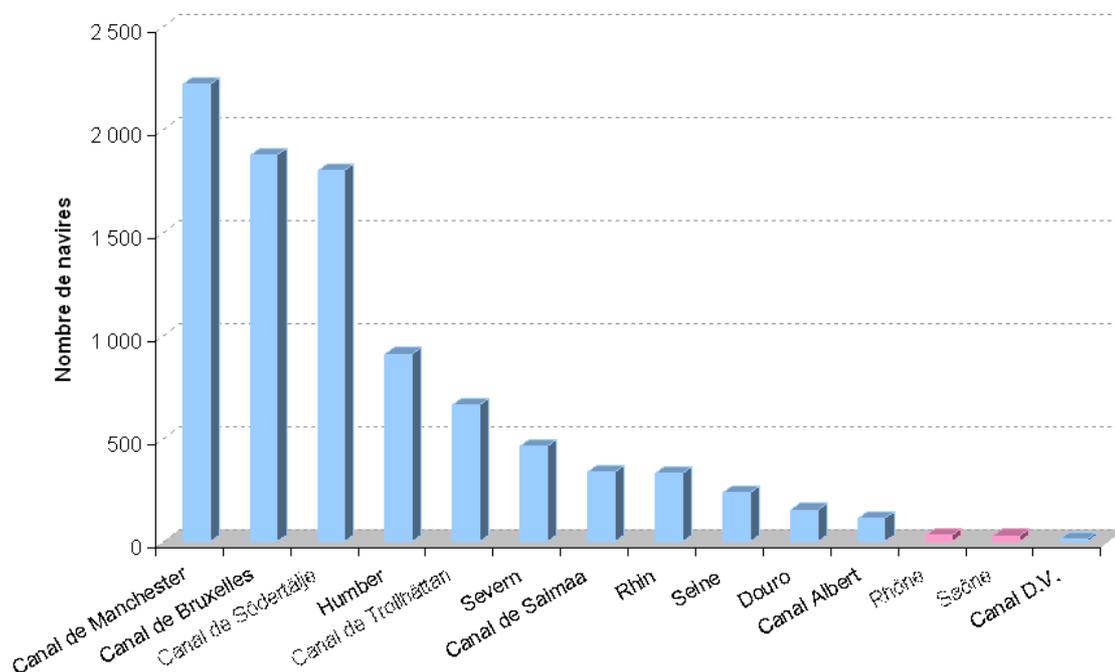
Charlier et Fohal (2005) étudient l'avant pays nautique de quatre ports intérieurs ayant des activités fluvio-maritimes : Bruxelles, Duisbourg, Liège et Paris. Les auteurs démontrent que le concept d'avant pays nautique s'applique également aux ports intérieurs. Vigarié (1979) définit le concept d'avant pays nautique comme étant : « *la partie de l'espace océanique universel couverte par les routes maritimes avec lesquelles ce port est en relation durable* ». Il s'agit de l'ensemble des relations maritimes qu'un port côtier ou intérieur développe avec d'autres ports.

L'avant pays maritime est proche du concept d'aire de navigation que nous avons développé auparavant : la zone géographique (maritime) qu'il est possible de desservir avec des navires fluvio-maritimes au départ d'un port intérieur dans des conditions économiques attractives.

Charlier et Fohal (2005) appliquent pour la première fois le concept d'avant pays à des ports intérieurs. Ils établissent une cartographie des relations maritimes pour chacun des ports étudiés. Leur travail s'appuie sur une base de données reprenant l'ensemble des trafics maritimes par origine/destination, nature des cargaisons (type de produits et poids) de chacune des quatre autorités portuaires.

Ils calculent par la suite des indices de spécialisation permettant d'identifier à l'import comme à l'export les catégories de produits ou les pays sur ou sous-représentés par rapport à la moyenne de l'échantillon considéré. Leur analyse des trafics fluvio-maritimes comprend également un graphe d'accessibilité des voies navigables européennes : graphique repris ci-dessous.

**Graphique 18 : Accessibilité des voies navigables européennes (CIEM 2005).**



Source ; Charlier et Fohal (2005).

Charlier et Fohal (2005) mesurent cette accessibilité par le nombre de navires fluvio-maritimes susceptibles de naviguer sur les différentes voies d'eau considérées. Elle dépend du gabarit de chaque infrastructure fluviale : tirant d'eau, tirant d'air et dimensions des écluses – longueur et largeur des sas d'écluses. Cette analyse de l'accessibilité est réalisée à partir d'une base de données regroupant l'ensemble de la flotte fluvio-maritime européenne.

Le canal de Manchester est l'infrastructure capable d'accueillir le plus grand nombre d'unités avec plus de 2.200 navires fluvio-maritimes. Le bassin Rhône-Saône se classe

quasiment au dernier rang des voies navigables européennes, avec seulement une trentaine de navires susceptibles de fréquenter l'axe.

Paradoxalement il n'existe pas de relation entre le dimensionnement de l'infrastructure et ses trafics. « *En 2004, le port de Bruxelles a réalisé un trafic maritime inférieur à 100.000 tonnes, contre plus de 1.400.000 t pour le port de Duisbourg et 400.000 t pour celui de Paris* » Charlier et Fohal (2005), le canal de Bruxelles se situe au second rang en termes d'accessibilité quant au Rhin, il est accessible à moins de 500 navires fluvio-maritimes. Dans le même ordre d'idées, le bassin Rhône-Saône réalise un trafic supérieur à celui de la Seine pourtant bien plus accessible. En 2005, le trafic fluvio-maritime sur Rhône-Saône a atteint 855.000 tonnes contre moins de 450.000 tonnes sur la Seine. Le bassin rhodanien est certes mal classé dans l'analyse d'accessibilité, il est cependant hétérogène. Arles peut accueillir des navires à pleine charge jusqu'à 3.000 tpl (tonnes de port en lourd) contre seulement 1.300 tpl pour Chalon.

## ***B. Fluvio-maritime, contraintes d'exploitation.***

Le problème d'accessibilité des voies navigables est une contrainte importante dans l'exploitation des navires fluvio-maritimes. Sur le bassin Rhône-Saône, le fluvio-maritime obéit à une logique commerciale de court terme. Les contrats de transport, hormis les contrats au tonnage, répondent à des besoins spontanés. Les armateurs positionnent leurs navires selon le fret à transporter. Il est alors délicat d'établir avec précision un calendrier de rotation des navires sur plusieurs semaines ou mois. Cette incertitude ne facilite pas la pérennisation de l'activité fluvio-maritime. Du fait d'un certain déséquilibre des flux, les navires opèrent des triangulations (le navire effectue un trajet sur ballasts – à vide – pour gagner un autre port de chargement) pouvant remettre en cause la compétitivité du fluvio-maritime.

L'absence d'adéquation entre offre et demande de transport (équilibre des flux) oblige fréquemment les armements fluvio-maritimes à facturer le (re)positionnement<sup>42</sup> du navire. Ce poste peut représenter environ 10 à 15% du coût total d'un voyage fluvio-maritime.

Au problème d'équilibrage des trafics s'ajoute celui de sous utilisation des capacités de chargement du navire sur le fleuve. L'exploitation d'un navire en sous capacités limite et contraint la recherche de l'équilibre financier. L'« insuffisance » de l'infrastructure (cf. sections précédentes) pénalise l'activité des plus gros navires. Le montant des coûts fixes journaliers est identique quels que soient le niveau de pénétration sur le bassin (Arles, Lyon ou Chalon) et le tonnage transporté. Les ports bourguignons souffrent en conséquence d'un certain manque de cale et d'un éloignement à la mer trop important. Le taux de remplissage des navires est insuffisant pour rentabiliser le voyage d'un navire au prix attendu par la demande.

---

<sup>42</sup> Par repositionnement nous entendons le parcours réalisé à vide afin de (re)positionner le navire dans son prochain port de chargement.

Le manque de régularité des flux et les contraintes pesant sur les taux de remplissage incitent les armements à intégrer dans leur mode d'exploitation trois facteurs : un certain déséquilibre des flux (régularité des trafics), les contraintes physiques de l'axe (taux de remplissage) et le coût d'une éventuelle immobilisation (blocage de la voie navigable).

Le marché est ainsi écrémé. Les frets les moins rentables sont délaissés pour d'autres plus rémunérateurs (transport de colis lourds entre autres). Ce n'est qu'en dernier recours ou faute de mieux que les armateurs acceptent les voyages les moins lucratifs. Les armateurs tentent de concilier rentabilité et prise de risque minimale.

Naviguer sur le fleuve présente un risque pour les unités fluvio-maritimes : plus les navires remontent sur le bassin plus ils s'exposent à un risque d'immobilisation (panne d'écluse, arriver dans un port le week-end, crue...). Le bassin Rhône-Saône forme un cul-de-sac. Fos (bassins Ouest du Port Autonome de Marseille) constitue le seul point d'entrée et de sortie de l'axe fluvial. Si pour une raison quelconque un navire venait à être bloqué sur le fleuve, le navire serait contraint d'attendre un retour à la normale (baisse du niveau des eaux, réparation de l'écluse...).

Par ailleurs, un navire arrivant dans un port fluvial le week-end (à compter du vendredi après-midi) n'est travaillé que le lundi suivant. L'armateur perd donc une à deux journées d'exploitation.

L'exploitation d'un navire fluvio-maritime comprend une part importante de coûts fixes (coût du capital, personnel, entretien, assurance...), environ 40% du coût total. Ces coûts, repris dans les *time charter*, varient de 2.000 à 2.500 euros par jour selon la taille du navire. Comme toute autre activité maritime lorsque le navire est immobilisé pour un motif indépendant de sa volonté, l'armateur subit une perte au moins équivalente au *time charter*. Une voire deux journées d'immobilisation du navire suffisent à faire perdre à une expédition fluvio-maritime toute sa rentabilité.

Le risque d'immobilisation varie dans le temps, en période de crues ou d'étiage (basses eaux) il sera plus perceptible. Ce risque est aussi fonction du niveau de pénétration du navire sur le fleuve. Le coût d'une éventuelle immobilisation correspond aux coûts fixes journaliers augmentés de certains frais variables (consommation de carburant au port...). La perception du risque d'immobilisation est un facteur décisif dans le mode d'exploitation fluvio-maritime.

Les fluvio-maritimes sont des navires de mer, adaptés à la navigation intérieure. Les armateurs peuvent positionner indifféremment leurs navires sur les fleuves ou en mer. Sur le segment maritime, le navire ne subit aucune contrainte de gabarit et donc de capacité de chargement. La circulation du navire n'est, par ailleurs, pas soumise à celle des autres usagers. Alors qu'un accident sur la voie d'eau peut bloquer l'ensemble du trafic. En conséquence, le fret maritime proposé à l'armateur fluvio-maritime définira l'arbitrage entre une exploitation fluvio-maritime et une exploitation « purement » maritime. Lorsque le fret maritime couvre l'ensemble de ses coûts, l'armateur peut ne pas positionner son unité sur le fleuve, même si les perspectives de profits sur la voie d'eau sont plus intéressantes.

La décision de positionner les navires sur un segment ou sur un autre (maritime ou fluvio-maritime) n'est pas exclusivement déterminée par le niveau des frets maritimes. Elle dépend également de la perception que l'armateur aura du risque d'immobilisation sur le fleuve. Nous pouvons, dès lors, définir une condition d'entrée sur le fleuve. Nous désignerons cette contrainte par  $\underline{f}$ , pour fret minimum.

Le fret fluvio-maritime au départ ou à destination d'un port fluvial de Rhône-Saône ne peut s'établir en dessous de la valeur plancher exprimée par  $\underline{f}$ . Pour tout taux de fret inférieur, l'offre fluvio-maritime devient nulle. Les armateurs refusent de placer leurs navires sur le fleuve car la perception des risques est plus importante que l'espérance de gain.

$\underline{f}$  s'exprime par la somme du fret maritime proposé à un fluvio-maritime pour un transport exclusivement maritime ( $F_m$ ) et le coût d'une éventuelle immobilisation ( $\tilde{C}_{immo}$ ) à l'instant  $t$ .

$$\underline{f} = \tilde{C}_{immo} + F_m$$

Il existe une condition d'entrée pour l'armateur. Il existe également une contrainte de prix pour le chargeur. Le fluvio-maritime n'est pertinent que s'il garantit des coûts de transport inférieurs ou égaux à ceux proposés par d'autres chaînes de transports. Nous exprimerons cette condition de pertinence par  $\bar{f}$ , pour fret maximum. Le prix du transport fluvio-maritime ne peut pas dépasser la valeur plafond  $\bar{f}$ . Dans le cas contraire, les chargeurs privilégieront d'autres alternatives de transports.  $\bar{f}$  est au plus égal au fret le plus compétitif parmi toutes les autres chaînes de transports (route, fer, « fluvial + maritime », « route + maritime » ou « fer + maritime »).

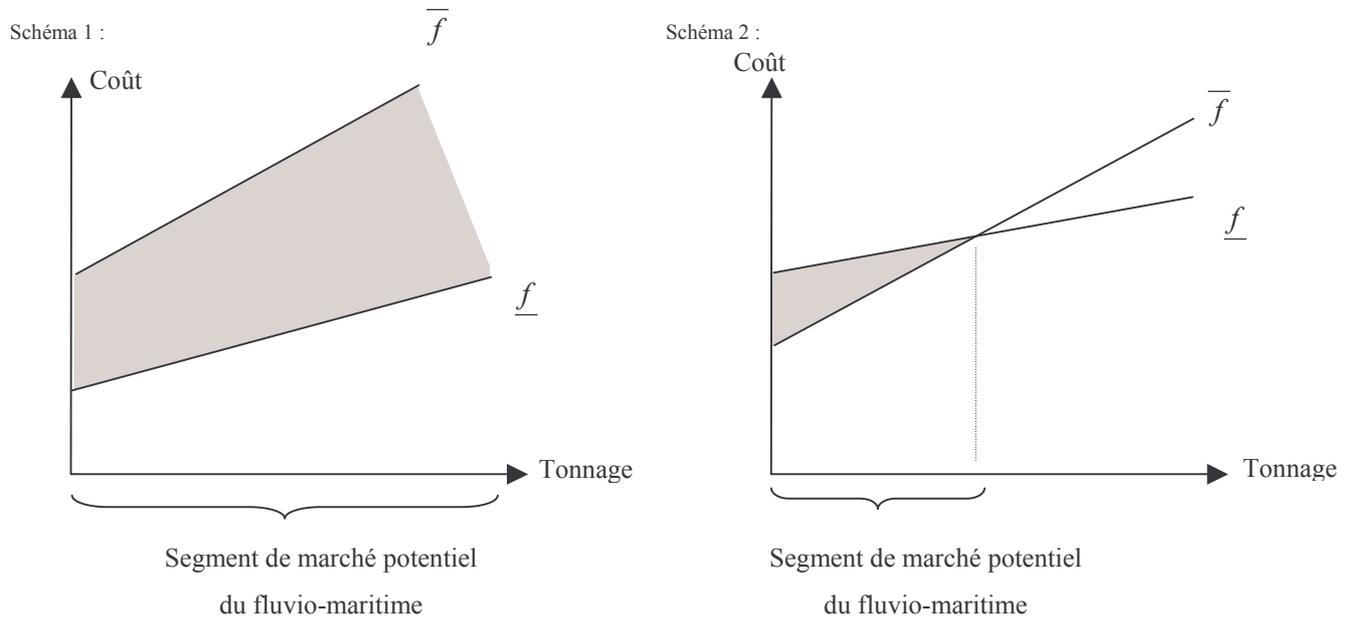
Les deux frets  $\underline{f}$  et  $\bar{f}$  sont croissants avec le tonnage transporté. Ils sont aussi indépendants. Si l'une de ces deux contraintes n'est pas satisfaite, l'option fluvio-maritime ne sera pas retenue.

La condition :  $\bar{f} \geq f_{FM} \geq \underline{f}$  doit être vérifiée pour que l'offre fluvio-maritime soit pertinente, avec  $f_{FM}$  le taux de fret du fluvio-maritime.

À partir de  $\underline{f}$  et  $\bar{f}$  nous pouvons graphiquement définir le segment de marché potentiel du fluvio-maritime. L'aire de marché dépendra des variations de chacune des deux valeurs. Ce potentiel est représenté par les zones grisées ci-dessous. Il se modifie d'un port à l'autre. La perception des risques et les tarifs des autres alternatives de transports se modifient avec la progression fluviale. La desserte d'Arles ne nécessite pas une forte pénétration fluviale,  $\underline{f}$  sera donc plus faible que s'il s'agit de toucher Lyon ou Chalon.

Les zones désignées par l'interaction de  $\underline{f}$  et  $\bar{f}$  ne définissent pas le segment de marché du fluvio-maritime. Elles expriment la potentialité de ce mode de transport. Offre et demande de transport doivent se rencontrer dans cette aire. Si l'armement n'est pas en mesure de tarifier un service compris dans le segment  $[\underline{f} ; \bar{f}]$  l'offre fluvio-maritime ne sera pas pertinente sur le bassin.

Figure 19 : Potentialité du marché fluvio-maritime.



Le programme de minimisation des coûts d'un armateur fluvio-maritime obéit à un schéma séquentiel en 2 étapes. La première renvoie à la condition d'entrée sur le fleuve ; trouver un fret supérieur à celui d'une exploitation purement maritime majorée d'une « prime de risque » ( $\underline{f}$ ). La seconde compare le fluvio-maritime aux alternatives concurrentes ; être moins coûteux : condition de maintien sur le marché ( $\bar{f}$ ).

Les graphiques ci-dessus nous présentent deux cas de figure. Un marché potentiel illimité en volume (schéma 1). Dans le schéma 2, l'intersection entre  $\underline{f}$  et  $\bar{f}$  délimite l'aire de marché potentiel du fluvio-maritime. Lorsque  $\underline{f} \geq \bar{f}$  l'opérateur fluvio-maritime n'a pas intérêt à se positionner sur Rhône-Saône. Le fret maritime atteint un niveau tel qu'il est plus rentable de rechercher des frets purement maritimes que fluvio-maritimes.

Entre 2002 et 2004, certains armateurs ont privilégié l'option maritime plutôt qu'une exploitation fluvio-maritime. L'année 2004 a vu un report de trafic fluvio-maritime vers le fluvial. La Saône a enregistré une nette diminution de son activité. La marchandise, en provenance du Nord du bassin, était acheminée par voie fluviale jusqu'à Arles, où elle est transbordée sur de gros navires fluvio-maritimes, parfois de petits caboteurs de 3.000 tonnes. Les niveaux élevés des frets maritimes en Méditerranée ont été à l'origine de ce report modal. Les frets maritimes ont atteint des niveaux tels que les fluvio-maritimes, pourtant plus coûteux que des embarcations maritimes classiques de taille équivalente, étaient des solutions de transport intéressantes. Les armateurs ont réduit le niveau de pénétration continentale de leur unité pour se concentrer sur une activité purement maritime.

Les deux contraintes  $\underline{f}$  et  $\overline{f}$  peuvent être intégrées au modèle présenté dans la seconde partie ou Lopez (2008).  $\overline{f}$  correspondrait alors au coût marginal de l'option « fluvial + maritime ». Quant à la condition d'entrée :  $\underline{f}$ , nous la supposons réalisée, faute de quoi la comparaison fluvio-maritime et « fluvial + maritime » serait impossible puisque aucun navire ne serait positionné sur le fleuve.

## **C. Fluvio-maritime et lignes régulières.**

L'activité fluvio-maritime est soumise à de nombreuses contraintes d'exploitation (cf. section précédente) : accessibilité des voies navigables, taux de remplissage des navires, conditions de pertinence... La principale contrainte reste le problème de régularité des flux et leur équilibre. Ce déséquilibre explique en partie l'absence de lignes régulières entre Rhône-Saône et le bassin méditerranéen.

En effet, l'importance des coûts fixes ne rend possible le démarrage d'une ligne régulière conteneurisée qu'en présence d'un flux régulier et garanti. L'absence d'un fond de cale suffisant a souvent causé la faillite de certains services fluvio-maritimes conteneurisés entre l'axe rhodanien et la Méditerranée. Cette section analyse les différentes lignes régulières opérées depuis Rhône-Saône et les causes de leur défaillance.

Outre un problème d'équilibre des flux les lignes régulières fluvio-maritimes ont souffert d'une « insuffisance » de l'infrastructure. Au-delà d'Arles, les navires fluvio-maritimes perdent un tiers de leurs capacités de chargement. Les conteneurs chargés en pontée doivent être déchargés, afin que les navires puissent circuler sous les ponts. Les capacités d'emport des navires se limitent dès lors aux deux rangées (60 EVP environ) de la cale, au lieu de trois (90 EVP).

### **✕ Lyon – Israël :**

Ce service conteneurisé a fonctionné entre 1990 et 1992. L'armement *Med-Rhône-Line* (MRL) proposait de toucher Haïfa ou Ashod (Israël) au départ de Lyon avec un caboteur fluvio-maritime : le *Partner* d'une capacité de 2.550 TPL transportait 96 EVP<sup>43</sup> dont 55 en cale jusqu'à Lyon, le reste étant chargé en pontée à Fos en raison des contraintes de tirant d'air.

---

<sup>43</sup> EVP : Équivalent Vingt Pied

Deux événements expliquent l'arrêt de la ligne régulière.

- Une conférence maritime a intégré l'*outsider*.

L'armateur fluvio-maritime officiant sur Israël s'est positionné en tant qu'*outsider* face aux armements israéliens, les seuls à desservir leur pays. Toute compagnie non israélienne touchant un port de l'État Hébreu se voit interdire l'accès de tous les ports Arabes. Les armements étrangers préfèrent traiter les trafics des pays musulmans, beaucoup plus profitables. Une conférence, formée par les compagnies *Zim* et *Borchard*, a intégré l'*outsider*. Les deux compagnies lui ont proposé des *slots* (des portions de cales de leurs navires) qu'il pouvait remplir dans les mêmes conditions que s'il s'agissait de son navire fluvio-maritime. MRL continuait d'offrir ses prestations Lyon-Haïfa et Lyon-Ashod. Le conteneur ne voyageait plus par voie fluvio-maritime. Il était transporté par camion à Fos puis transbordé sur un navire de 1.500 EVP de *Zim* ou de *Borchard*. Cette dernière solution était plus rentable pour MRL, le diviseur étant plus important (1.500 contre 55) la location de l'espace et le pré acheminement jusqu'à Fos étaient moins coûteux que l'exploitation de son propre navire.

- La concurrence a déplacé les trafics vers le ports d'Anvers.

En 1991, la concurrence féroce entre les compagnies desservant Israël a renforcé la compétitivité d'Anvers. Le prix du transport d'un conteneur entre Anvers et Haïfa est passé de 2.600 Deutsch Mark à 875 DM. Une chute qui a incité les chargeurs de MRL à se tourner vers le port belge en délaissant Lyon. D'autant que le pré acheminement au départ de Lyon sur Anvers coûtait moins cher que celui sur Marseille, 1.800 Francs/tonne contre 2.000FF/t.

Le service souffrait également d'un manque de productivité du port de Lyon. L'outillage portuaire n'était pas adapté au chargement de conteneurs<sup>44</sup>. La marchandise était manutentionnée à l'aide d'un portique fixe : le navire devait se déplacer pour les opérations de manutention. La durée de l'escale plus longue accentuait le coût d'immobilisation du navire.

---

<sup>44</sup>Le port de Lyon a inauguré en décembre 2006 un second terminal à conteneur équipé d'un portique mobile portant la capacité du port à 400.000 EVP par an.

Par ailleurs, les conteneurs, des 20 pieds, ne satisfaisaient pas totalement la demande qui souhaitait des 40 pieds. La fréquence du service : une rotation toutes les 3 semaines ne correspondait pas à des logistiques en flux tendus.

La faible capacité de chargement du navire (55 EVP à Lyon) le contraignait à réaliser une escale supplémentaire à Fos afin de compléter son chargement (une quarantaine de conteneurs en pontée). Cette escale supplémentaire pénalisait le service. Elle limitait, d'une part, le nombre de rotations en accentuant le coût d'immobilisation du navire. D'autre part, l'arrêt à Fos, mettait le fluvio-maritime en concurrence directe avec des lignes opérées par des navires de plus grande capacité, et bénéficiant d'économies d'échelle plus importantes.

✖ *Lyon – Le Pirée :*

Cette ligne régulière a été mise en place et arrêtée peu après la ligne Lyon-Israël. Elle entrait directement en concurrence avec la chaîne logistique associant route et maritime. Il était moins coûteux d'acheminer le conteneur par camion entre Lyon et Fos puis de le transborder sur un navire de mer.

Le conteneur acheminé par route était ensuite pris en charge par un caboteur réalisant un service de *feeder*<sup>45</sup> sur Algésiras, où il était transbordé sur un navire « mère » en provenance d'Amsterdam et à destination du Pirée. Malgré un temps de parcours plus long (8 jours contre 4 jours environ) la chaîne « route + maritime » offrait des conditions tarifaires particulièrement basses en comparaison du fluvio-maritime. Ce dernier souffrait d'un manque de capacité – pas de chargement des conteneurs en pontée sur le segment fluvial –. Les suppressions des ruptures de charge intermédiaires : *route-feeder* et *feeder-« navire mère »* n'étaient pas suffisantes pour compenser les économies d'échelle des lignes maritimes.

---

<sup>45</sup> Liaisons maritimes ou fluvio-maritime venant approvisionner les grands courants commerciaux internationaux ou éclater les marchandises transportées sur ces liaisons.

✱ ***Lyon – Tunis ;***

Cette ligne était gérée par deux opérateurs SANARA et AFRITRANS exploitant deux navires l'*Aramon* et le *Kirsten*. Elle était destinée au transport de conteneurs et de conventionnels. Les escales sur le bassin Rhône-Saône se concentraient en Arles ou à Lyon selon les besoins des clients. Le *Kirsten* effectuait une escale supplémentaire à Fos où il assurait le rôle de navire *feeder* (entre Fos et Tunis) pour les services *autour du monde* de la compagnie EVERGREEN. En raison de la restructuration du groupe SANARA cette ligne régulière a fermé en 1993. La ligne était également pénalisée par des capacités de chargement limitée sur le fleuve et une forte concurrence sur le segment maritime.

✱ ***Lyon – Barcelone : la ligne Barly ;***

Lancée en 1999, cette ligne régulière conteneurisée a reçu le soutien de l'Union Européenne dans le cadre du programme PACT (*Pilot Action for Combined Transport*). L'objectif de ce programme antérieur au programme Marco Polo était :

- D'augmenter la compétitivité du transport combiné en termes de prix et de qualité du service par rapport au transport routier de bout en bout.
- D'utiliser une technologie de pointe dans le secteur du transport combiné.
- D'améliorer les possibilités d'offres de services de transports combinés.

La réalisation de ces objectifs devait permettre un transfert de trafics routiers vers des modes de transport plus respectueux de l'environnement.

La ligne fonctionnait avec un navire d'une capacité de 1.300 tpl en rotation hebdomadaire. Seulement deux voyages conteneurisés ont été effectués avec des flux très déséquilibrés et des voyages quasiment à vide. La ligne s'est par la suite reconvertie dans le transport de vracs, plus facile à mettre en œuvre que le transport de conteneurs sur Rhône-Saône.

Absence d'économies d'échelle (manque de capacité du fluvio-maritime sur le fleuve), temps de parcours long en comparaison avec une liaison routière de bout en bout et déséquilibre des

flux ont eu raison de cette ligne régulière. Outre ces facteurs, les chargeurs n'ont pas accordé leur confiance à la solution fluvio-maritime car moins connue : habitudes de transport, position attentiste par rapport à la nouvelle alternative de transport.

Les services fluvio-maritimes de lignes régulières au départ de Rhône-Saône se sont tous soldés par un échec. En dépit de nombreux atouts, suppressions de ruptures de charge, amélioration de la traçabilité des produits, le fluvio-maritime souffre de plusieurs handicaps :

- Une capacité de transport insuffisante pour rivaliser avec d'autres chaînes de transport, notamment le maillon maritime sur lequel les navires de mer peuvent dégager d'importantes économies d'échelle.
- Un déséquilibre des flux. Certaines liaisons étaient opérées quasiment à vide.
- Un manque de visibilité pour les chargeurs. Le fluvio-maritime reste un mode de transport méconnu. Le service a besoin de démontrer sa fiabilité. En période de démarrage, l'exploitation se fait généralement à pertes (cf. la ligne *Barly* fermée dès l'arrêt des subventions). Il est reconnu de tous les acteurs maritimes que l'équilibre financier d'une ligne régulière n'est atteint qu'après un délai compris entre trois et cinq ans. Il faut laisser le temps aux chargeurs d'expérimenter la nouvelle option de transport qui leur est proposée et de modifier leur logistique.

L'ouverture et la pérennisation d'une ligne régulière fluvio-maritime sur Rhône-Saône semblent complexes à mettre en œuvre. Le service régulier est quant à lui plus souple à gérer. Il semble convenir à la configuration particulière du bassin Rhône-Saône. Il offre également la possibilité de réaliser une transition douce entre le *tramping* et une exploitation en ligne régulière.

Un service régulier de transport conventionnel existe sur l'axe rhodanien depuis début 2004 pour tout type de produits (navire complet et/ou partiel en groupage). Ce service opéré par la société Alliamar connecte les ports du Rhône et de la Saône aux pays du Maghreb. Trois services réguliers sont proposés. Le premier offre un départ mensuel à destination de

l'Algérie, le second un départ toutes les 6 à 7 semaines pour la Tunisie et le troisième un départ toutes les 7 à 8 semaines vers le Maroc. Les liaisons sont assurées par des navires fluvio-maritimes d'une capacité de 1.350 à 2.500 tonnes.

Service régulier et ligne régulière ne sont pas à confondre. La ligne régulière désigne des services programmés selon un calendrier précis entre des ports connus à l'avance. En revanche, le service régulier définit une relation entre 2 pays (les ports desservis peuvent changer d'une rotation à l'autre) dont le calendrier est connu (toutes les 6 à 7 semaines) mais non précisé (le jour et l'heure de l'appareillage sont connus « au dernier moment »). Un service régulier peut être considéré comme une préparation à l'ouverture d'une ligne régulière. Beaucoup plus souple en termes d'organisation : aucun calendrier prédéfini ; le navire n'est pas exploité à perte si le fret est insuffisant. L'armateur dispose d'un délai suffisamment long pour « remplir » son navire. Le service régulier présente certains avantages (des relations fréquentes entre deux ports ou deux pays) de la ligne régulière sans en reprendre les inconvénients (taux de remplissage et équilibre financier difficiles à atteindre). L'armateur a la possibilité de mesurer la potentialité d'une liaison. Quant aux chargeurs, ils peuvent tester la qualité du service proposé.

### **III. Quels leviers d'action pour développer le fluvio-maritime sur Rhône-Saône ?**

Le débouché naturel de l'axe Rhône-Saône est la Méditerranée. Les fluvio-maritimes positionnés sur cet axe opèrent principalement des connexions avec l'Italie, le Maghreb et l'Espagne. Toutefois, les flux ne sont pas toujours équilibrés et obligent l'armateur à effectuer des triangulations (Rhône – Maghreb – Italie – Rhône) avec parfois un parcours sur ballasts (à vide). L'absence de trafics suffisants et les contraintes évoquées dans les sections précédentes se traduisent par un manque de navires sur Rhône-Saône ou une flotte vieillissante.

Le manque de navires fait peser une menace sur l'économie locale (port, entreprise importatrice ; cf. partie 1...). L'insuffisance de cale renforce le caractère volatil du fluvio-maritime. Contrairement aux unités fluviales exploitées sur le Rhône et la Saône, les fluvio-maritimes peuvent être exploités n'importe où. Un fluvio-maritime est un navire de mer. Il peut en conséquence être positionné sur n'importe quelle mer du globe.

L'activité fluvio-maritime sur Rhône-Saône est relativement fragile. Dans un contexte de logistiques principalement orientées vers le mode routier il est nécessaire d'accompagner le développement du fluvio-maritime. En France, le panel des aides auxquelles le fluvio-maritime peut prétendre est relativement restreint voire inexistant. Au niveau européen le programme Marco Polo constitue une avancée pour les opérateurs fluvio-maritimes. Après un tour d'horizon des actions menées par VNF et le constat d'un manque d'implication en faveur

du fluvio-maritime, nous présenterons différents leviers susceptibles d'accroître la pertinence du fluvio-maritime. Ces leviers peuvent être des aides financières comme le programme européen Marco Polo ou encore des aides à l'investissement. Il peut s'agir également d'innovations technologiques : le concept du *River Sea Push Barge (RSPB)* et/ou celui des fluvio-côtiers peuvent dynamiser l'activité fluvio-maritime sur Rhône-Saône.

## **A. Les actions menées par VNF.**

Conformément aux ambitions de Bruxelles, VNF souhaite accroître la part modale de la voie d'eau. Aides aux embranchements fluviaux, plan d'aides à la modernisation, contrats d'objectifs et de moyens sont autant d'instruments qui permettront à VNF d'atteindre ses objectifs.

Le contrat d'objectifs et de moyens conclu avec l'État pour la période 2005-2008, agit en faveur de la modernisation du réseau et du développement du transport fluvial. Dans le cadre de la décentralisation et de la LOLF<sup>46</sup>, il établit un nouveau mode de gouvernance de l'établissement. VNF dispose d'une plus grande autonomie. En contrepartie VNF s'engage sur des résultats et des échéances.

Deux types de réseaux sont distingués. D'une part, le réseau magistral, où se concentre le transport de marchandises, ce réseau sera confié à VNF. D'autre part le réseau régional à vocation touristique, ce réseau pourra être décentralisé et confié aux départements ou régions. Le contrat d'objectifs et de moyens s'articule autour de trois axes :

- ↳ La sécurité du réseau.
- ↳ Un niveau de service garanti aux usagers.
- ↳ L'environnement.

Il définit aussi l'objectif de l'obtention de la déclaration d'utilité publique du canal Seine-Nord Europe avant fin 2007.

---

<sup>46</sup> Loi organique relative aux lois de finances.

### ***La sécurité du réseau.***

Le premier objectif fixé par l'État est d'assurer la sécurité des personnes et des biens sur l'ensemble du réseau navigable.

### ***Un niveau de service garanti aux usagers.***

Sur le réseau magistral l'établissement s'engage sur des niveaux de service portant sur :

- Les horaires de navigation.
- Les jours fériés de fermeture du réseau.
- La disponibilité du réseau y compris dans des conditions météorologiques défavorables (gel, crue, sécheresse).
- La durée et les dates de chômage (périodes d'interruption de la navigation pour travaux d'entretien ou réparation).
- La fiabilité des ouvrages.
- La garantie des rectangles de navigation.
- La bonne information sur l'état du réseau.

### ***L'environnement.***

Il s'agit de concilier les politiques de développement de la voie d'eau avec la préservation de l'environnement et du patrimoine par :

- L'utilisation de technologies écologiques pour la protection des berges et l'intégration des ouvrages dans le paysage.
- La gestion optimisée de la ressource et de la qualité de l'eau.
- L'intégration dès la phase de conception, des aspects environnementaux et paysagers.
- La sensibilisation des usagers pour qu'ils développent une attitude respectueuse de l'environnement, particulièrement en matière de récupération des déchets.

En outre, VNF s'est doté d'un plan d'aides à la modernisation. Ce plan s'articule autour de deux axes majeurs :

- Moderniser la flotte et améliorer sa capacité à transporter des marchandises spécifiques afin de répondre aux besoins des chargeurs et des industriels tout en améliorant sa qualité environnementale.
- Promouvoir et renouveler la profession de transporteur fluvial.

Le plan d'aide à la modernisation du transport fluvial s'adresse aux transporteurs fluviaux. Il se compose d'une enveloppe globale de 14,5 millions d'euros pour la période 2004-2007. Le plan comprend 7 types d'aides différentes allant de l'adaptation du bateau à la formation :

- Aide aux adaptations techniques de la flotte.

Améliorer les caractéristiques techniques des bateaux. Financement des travaux d'équipement, de gouverne, de structure.

Intensité de l'aide : 30% des coûts jusqu'à 40.000€. Le plafond est porté à 150.000€ lorsque les travaux d'adaptation réalisés permettent le basculement de trafics spécifiques vers la voie d'eau.

- Aide aux adaptations techniques de la flotte.

Réaliser des économies d'énergie et réduire les émissions de polluants. Plafond de l'aide : 40.000€ par bateau et par an.

Le dispositif prévoit un financement du moteur à hauteur de 30% et des équipements supplémentaires à hauteur de 40%.

- Aide au perfectionnement de la flotte et du transport par navigation intérieure.

Améliorer la gestion et la sécurité du trafic par l'intégration des nouvelles technologies d'information et de communication. Financement de travaux relatifs à l'acquisition des matériels technologiques : matériel informatique; GPS et carte associée...

Aide à hauteur de 50% des coûts avec un plafond de 15.000€ par bateau et par plan.

- Aide au perfectionnement technologique de la flotte et du transport par navigation intérieure.

Actions de recherche et développement. Financement jusqu'à 50% des frais d'étude dans la limite de 75.000 €. Cette aide couvre également 20% des frais engendrés par la réalisation d'un prototype avec un plafond 150.000 €.

- Aide au renouvellement de la flotte afin de répondre à des trafics spécifiques et d'accroître la sécurité des marchandises transportées.

Aide jusqu'à 30% du surcoût d'investissement par rapport au coût de construction d'une cale classique avec une limite fixée à 300.000€ par unité et par plan.

- Aide à la transmission de bateaux du parc français à des jeunes de moins de 35 ans, à de nouveaux entrants dans la profession ou à des bateliers salariés créant leur propre entreprise.

Aide jusqu'à 30% du prix de vente et un maximum de 43€/tpl (tonne de port en lourd) si le prix de vente n'excède pas 152€/tpl. Le plafond de cette aide est fixé à 46.000 €.

- Aide à la formation continue.

Ce plan d'aide à la modernisation a été approuvé par la Commission Européenne en septembre 2004.

La direction inter-régionale de VNF - Lyon a durant l'année 2006 activé ou ré-activé de nombreuses actions en faveur du transport fluvial, notamment autour du contrat de progrès fluvial signé en coopération avec le Port Autonome de Marseille et la CNR (Compagnie Nationale du Rhône).

- ✘ Amélioration des conditions de traitement physique du trafic fluvial dans les terminaux de Marseille-Fos. Garantir des fenêtres horaires pour traiter les barges de conteneurs. Laps de temps pendant lesquels les unités fluviales sont traitées en priorité par rapport aux autres unités.
- ✘ Optimisation de la fluidité du passage portuaire des bateaux fluviaux.
- ✘ Amélioration des dessertes fluviales sur l'axe Rhône Saône.
- ✘ Simplification des procédures douanières et informatiques pour le transport fluvial. Déclaration dématérialisée de la marchandise.
- ✘ Optimisation du suivi dématérialisé de la chaîne de transport ou *tracing* et *tracking* de la marchandise.

- ✘ Promotion du transport de marchandises par l'axe fluvial Rhône Saône.

Un autre dispositif majeur de l'action menée par VNF est sa politique d'aide aux embranchements fluviaux. Cette mesure date de 1986. Il s'agit d'une participation financière pour la construction et/ou l'achat d'équipements (infrastructure et/ou outillage) permettant de créer ou d'accroître les trafics par voie d'eau. Cette aide peut atteindre 25% du coût de l'équipement. L'objectif de cette politique est de réduire le coût global de la rupture de charge en faveur des voies navigables. Sur Rhône-Saône, depuis 1995, plus de 1.500.000 tonnes ont été transférées vers le fleuve.

Les niveaux de service garanti et les aides aux embranchements fluviaux profitent à l'ensemble des acteurs de la voie d'eau (aussi bien fluviaux que fluvio-maritimes). Toutefois, peu d'aides concernent directement le transport fluvio-maritime. La spécificité du fluvio-maritime et le caractère « volatil » des navires (aujourd'hui sur le fleuve et demain en mer, les navires sont positionnés sur les axes les plus rentables) expliquent en partie cette absence. Il convient toutefois de mettre en place des outils capables de fixer des unités fluvio-maritimes sur les voies navigables françaises.

## ***B. Les aides européennes, le programme Marco Polo II.***

Le programme Marco Polo apporte une aide directe aux services de transports alternatifs à la route, dont le fluvio-maritime. Conformément au Livre blanc des Transports (publié en 2001), la Commission a institué pour la période 2003-2007 le programme Marco Polo. Ce programme, doté d'une enveloppe de 115 millions d'euros, allouait des ressources communautaires à la recherche de solutions innovantes aux problèmes liés au transport routier international. Dans la lignée de ce programme, la Commission a décidé de poursuivre l'effort communautaire pour la période 2007-2013 avec le programme Marco Polo II.

La Commission prévoit une croissance du transport routier de marchandises de plus de 60 % d'ici 2013. Cela se traduirait, pour la période 2007-2013, par une augmentation estimée du fret international routier de 20,5 milliards de tonnes-kilomètres par an pour les vingt-cinq États membres de l'Union. Cette croissance s'accompagnerait de conséquences négatives en termes de surcoûts des infrastructures routières, d'accidents, de congestion du réseau routier, de pollution et de fiabilité de la chaîne d'approvisionnements.

L'Union préconise une plus grande utilisation du transport maritime à courte distance, du transport ferroviaire et de la navigation intérieure pour limiter et contenir la croissance du transport routier de marchandises. Ces préconisations pourraient se concrétiser par le développement d'innovations techniques dans le domaine du matériel roulant, pour réduire la congestion routière.

Le Programme Marco Polo II couvre la période du 1<sup>er</sup> janvier 2007 au 31 décembre 2013. L'objectif du programme Marco Polo II est de transférer vers des modes alternatifs au moins la croissance agrégée attendue du transport routier international de marchandises. Pour la période 2007-2013, Marco Polo II dispose d'une enveloppe de 400 millions d'euros contre 115 millions pour le précédent programme. Les actions financées par le programme Marco Polo II doivent avoir une dimension géographique européenne. Les candidats doivent

présenter des projets nouveaux ou déjà existants répondant au mieux aux besoins actuels du marché.

L'aide au démarrage des actions de transfert modal sera fondée sur les économies de coûts pour la société, induites par le recours au transport maritime à courte distance, au transport ferroviaire ou à la navigation intérieure plutôt qu'au seul transport routier. Les aides de Marco Polo II seront allouées en fonction du nombre de tonnes-kilomètres ou de véhicules-kilomètres de fret routier transférés.

## 1). *Les actions visées par le programme Marco Polo II.*

L'Union Européenne apporte, via le programme Marco Polo II, un soutien financier aux actions permettant de réduire de manière effective le transport routier international. Ces actions ne doivent pas entraîner de distorsions de concurrence, en particulier entre les modes alternatifs à la route. Les actions sont regroupées en 5 catégories :

- \* *Actions à effet catalyseur* : « surmonter les obstacles structurels sur le marché communautaire du transport de marchandises, qui entravent le fonctionnement efficace des marchés... »

Obstacle structurel : « entrave non réglementaire factuelle et non temporaire, au bon fonctionnement de la chaîne de transport de marchandises. »

Exemple : ITALOEXPRESS TX logistik ; trafic ferroviaire combiné entre l'Italie du Nord et la Scandinavie : Verona – Lübeck / Padborg

Les barrières structurelles à surmonter sur la liaison :

- Manque de ponctualité des trains.
- Variation des tarifs importante d'un opérateur à l'autre ; absence de transparence des prix.
- Calendrier peu flexible.
- Absence de coopération entre opérateurs empêchant un transport intermodal efficace.

- Absence de solutions multimodales, difficultés pour passer d'un mode à un autre (*one stop shop* – mise en place d'un système de guichet unique.)
  - Manque de wagons et matériels roulants, changement de cheminot...
- ✘ **Actions en faveur des autoroutes de la mer** : « transférer de manière directe du fret de la route vers le transport maritime à courte distance... »
  - ✘ **Actions de transfert modal** : « action qui transfère [...] du fret vers » un mode alternatif à la route (fer, fleuve, transport maritime à courte distance).
  - ✘ **Actions visant à éviter du trafic** : limiter le transport de vide : compresser les marchandises qui peuvent l'être, réduire les volumes pour transporter plus de marchandises.

Exemple : actions du ministère néerlandais des transports en coopération avec l'industrie. Compression plus importante de la laine de verre ; les volumes transportés ont été réduits de 33% ceci limite le nombre d'acheminements à réaliser.

- ✘ **Actions d'apprentissage en commun** : « améliorer la coopération afin d'optimiser [...] les méthodes de travail et les procédures de la chaîne de transport ».

Exemple : ACCES (*Advanced Contact Center for the Enhancement of Short Sea Shipping*) Bourse de fret pour liaisons de *short-sea-shipping*, possibilité de réserver en ligne, prise de connaissance immédiate de l'ensemble de l'offre de *short-sea-shipping*.

Il est possible de cumuler Marco Polo avec des aides au niveau national, régional ou local. Le montant cumulé de ces aides ne doit pas dépasser 35% du coût total de l'action.

## 2). *Champ d'application et calendrier.*

Le territoire d'au moins 2 États membres ou un État membre et celui d'un tiers proche ayant signé des accords avec l'UE ; 2 entreprises établies dans au moins 2 États membres.

Les projets devront être soumis par des entreprises établies dans des pays différents, sous forme d'un consortium présentant une action. Les entités de droit public pourront faire partie d'un tel consortium, lorsqu'elles exercent des activités économiques, conformément à leur législation nationale.

Chaque proposition est évaluée suivant des critères communs à chaque type d'action. Les propositions réalisant le meilleur score seront retenues. Pour être éligible une proposition doit établir un score compris entre 60 et 100 points.

Le calendrier du programme Marco Polo II est le suivant :

- 1<sup>er</sup> janvier 2007 : démarrage du programme Marco Polo II.
- 1<sup>er</sup> trimestre 2007 : 1<sup>er</sup> appel à propositions.

Le fluvio-maritime peut répondre aux exigences fixées par le programme Marco Polo. La ligne Lyon-Barcelone a profité du programme PACT prédécesseur de Marco Polo. Plus récemment, le projet Iberlim tente de démontrer la pertinence du fluvio-maritime pour des liaisons entre la région parisienne et la péninsule Ibérique.

## 3). *Le projet IBERLIM.*

Le projet Iberlim examine la faisabilité d'un service de transport fluvio-maritime entre les ports de Limay (France), Séville, Setubal (Portugal), Figueira da Foz (Portugal), Ribadeo (Portugal) et retour sur Limay. Le projet (cf. annexe 6, la présentation de ce projet) espère démontrer la viabilité économique d'une liaison fluvio-maritime sur l'arc atlantique au bout de 3 ans. Ce corridor a été identifié comme l'un des quatre axes prioritaires par l'Union Européenne dans le cadre du développement des autoroutes de la mer.

Ce service fluvio-maritime se fonde sur l'existence de flux routiers Sud-Nord de produits forestiers entre la péninsule Ibérique et l'Île de France, mais également de flux

routiers Nord-Sud de produits métallurgiques. Ces flux routiers étaient opérés depuis ou vers le port de Limay, l'une des plates-formes portuaires du Port Autonome de Paris. La décision d'un transfert modal a été facilitée par la congestion croissante dont souffrent les liaisons routières France – péninsule Ibérique. Le projet Iberlim est présenté comme une alternative de qualité à la route : fréquence des acheminements et garantie des horaires.

Deux départs hebdomadaires sont assurés par deux navires fluvio-maritimes le *Braga* et le *Leira*. La liaison est assurée en 7 jours : 2 jours pour les chargements/déchargements (1 jour + 1 jour) le reste du temps est affecté à la navigation 5 jours et 5 heures pour les liaisons les plus longues : Limay – Séville et Limay – Figueira da Foz. Les deux navires sont en mesure de passer les trois écluses pour remonter la Seine jusqu'à Limay, dont la plus petite Amfreville mesure 145 mètres de long pour 12 mètres de large. Néanmoins compte tenu des restrictions de la navigation fluviale (tirant d'eau) le taux de remplissage des navires est limité à 78%.

Le projet se décompose en 4 phases :

- ↳ La préparation du projet.
- ↳ De mars à mai 2005 : période d'essai.
- ↳ De juin 2005 à février 2008 : action pilote, mise en service d'un second navire et d'une liaison hebdomadaire avec un départ dans chaque sens.
- ↳ À partir de février jusqu'en mars 2008 évaluation du projet.

Les subsides européens dans le cadre du programme Marco Polo limitent les pertes du projet dans sa phase de démarrage. Les aides permettent de viabiliser le projet au bout d'une période de 30 mois (cf. annexe 6, *Operational margin with Marco Polo subsidy*).

Sur la période pendant laquelle le projet bénéficie des aides européennes près de 500.000 tonnes de marchandises seront transférées de la route vers le fluvio-maritime. Le report modal est supérieur à 800 millions de tkm. D'après la méthodologie du programme Marco Polo, les bénéfices environnementaux sont évalués à hauteur de 20 millions d'euros.

Au départ de Rhône-Saône le fluvio-maritime peut constituer une alternative intéressante au mode routier à destination du bassin méditerranéen. Une action de report

modal peut être menée pour contourner les obstacles naturels que constituent les Alpes et les Pyrénées. Il est cependant primordial de bien choisir le marché ciblé. En raison de la forte concurrence sur le marché des conteneurs et de problèmes de capacité d'emport des navires fluvio-maritimes, les produits en vrac se prêtent idéalement aux liaisons fluvio-maritimes. Le projet Iberlim démontre la faisabilité d'un service fluvio-maritime sur l'arc Atlantique avec le transport de produits forestiers et de produits métallurgiques facilement massifiables. La liaison Lyon – Barcelone (*Barly*) qui a bénéficié des aides du programme PACT antérieur à Marco Polo, bien qu'elle se soit soldée par un échec, a montré la capacité des acteurs rhodaniens à bâtir ce type d'action.

Le programme Marco Polo est un tremplin intéressant pour assurer la viabilité économique d'une ligne régulière fluvio-maritime, en limitant notamment les pertes lors de la phase de démarrage. Les trafics de produits agricoles et métallurgiques depuis ou vers l'Italie, entre autres, peuvent constituer le fond de cale d'une liaison régulière entre le Rhône et la Méditerranée. Le potentiel de développement du fluvio-maritime a été renforcé par l'incendie du tunnel du Fréjus et la recherche d'alternatives pour contourner les Alpes.

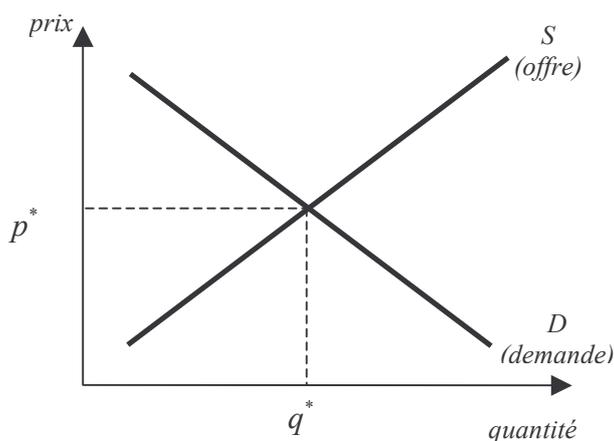
## C. Les aides financières.

Les opérateurs fluvio-maritimes tirent peu profit des aides existantes si ce n'est le projet Iberlim avec le programme Marco Polo. Il convient en conséquence de proposer de nouveaux leviers d'action susceptibles de favoriser le développement du fluvio-maritime. Cette troisième section présentera une réflexion sur la taxe maritime et une aide à l'investissement visant à renouveler et fixer la flotte fluvio-maritime fréquentant le bassin Rhône-Saône.

### 1). La taxe maritime.

L'activité fluvio-maritime est une branche de l'industrie du transport maritime de vrac. L'offre de cale à l'instant  $t$  détermine en grande partie les taux de fret. Comme tout autre marché libre, l'équilibre est déterminé par l'intersection des courbes d'offre et de demande. Le prix d'équilibre,  $p^*$  est la solution de l'équation  $P_S(q^*) = P_D(q^*)$ .

Figure 20 : Offre et demande de transport fluvio-maritime.



Le prix et la quantité d'équilibre,  $p^*$  et  $q^*$ , se déterminent à l'intersection des courbes d'offre et de demande. D'après les opérateurs fluvio-maritimes, cette situation d'équilibre classique est perturbée par l'existence d'une taxe maritime.

Pour le transport public ou privé de marchandises effectué dans les limites du domaine confié à Voies navigables de France, par l'article 124 de la loi de finances de 1991 (n°90-1168 du 29/12/90), le transporteur acquitte un péage pour tout parcours réalisé sur le réseau fluvial. Les tarifs du péage sont fonction des caractéristiques de l'infrastructure, de la nature des marchandises transportées, de la taille du bateau, que ce bateau relève du régime de la navigation intérieure ou de celui de la navigation maritime. Ce péage est composé d'un droit d'accès au réseau, calculé en fonction du port en lourd du bateau et d'un montant variable calculé à la tonne-kilométrique selon le réseau emprunté. Il constitue une redevance pour service rendu, les recettes générées sont intégralement utilisées pour l'entretien et l'amélioration du réseau.

En France les deux principaux bassins, sur lesquels se positionnent les fluvio-maritimes sont la Seine et Rhône-Saône. Ils accèdent au réseau de navigation intérieure en traversant les installations du Port Autonome de Rouen pour atteindre les ports fluviaux de Seine ou les bassins Ouest du Port Autonome de Marseille (Fos sur mer) pour le couloir rhodanien.

Outre le péage marchandise acquitté auprès de VNF, les fluvio-maritimes versent aux ports autonomes un droit d'accès appelé également taxe maritime.

La taxe maritime est perçue sur tout navire de commerce traversant, dans un sens ou dans l'autre, les installations du Port Autonome de Marseille ou de Rouen, pour accéder au réseau de navigation fluviale. Ces droits, calculés selon le volume géométrique<sup>47</sup> et le type de navire (navire transportant du vrac solide, liquide...), se règlent à l'entrée et à la sortie du port

---

<sup>47</sup> Cf. annexes pour plus de détails. Volume géométrique :  $V = L * b * T_e$  ; avec L la longueur hors tout du navire, b sa largeur maximale, et  $T_e$  son tirant d'eau maximum.

La valeur du tirant d'eau ( $T_e$ ) prise en compte pour l'application de la formule ne peut être inférieure à une valeur théorique égale à :  $0,14 * \sqrt{L * b}$

(cf. annexe 7, les conditions d'application de la taxe maritime). Pour un navire fluvio-maritime moyen (85m de long, 12m de large et 3,5m de tirant d'eau) les montants versés (valeur 2007) aux ports Rouen et Marseille sont de :

	<i>entrée</i>	<i>sortie</i>
<b>Port Autonome de Marseille</b>	547,74 €	547,74 €
<b>Port Autonome de Rouen</b>	861,97 €	519,92 €

Source : Ports Autonomes de Rouen et de Marseille tarifs des droits de port 2007.

Les navires sur lest (à vide) ne sont pas soumis à ces droits de port.

Ces droits d'accès apparaissent excessifs aux yeux des opérateurs fluvio-maritimes. En effet selon la profession, ils font double emploi avec le péage marchandise perçu par VNF dont la partie fixe correspond à un droit d'accès au réseau ; et ce d'autant que les unités fluviales ne sont soumises à aucune forme de droit de port lorsqu'elles accèdent aux ports maritimes – le port de Rouen a institué depuis quelques années une redevance fluviale. Ils dénoncent une situation paradoxale qui limite de leur point de vue le potentiel de développement de leur mode de transport.

Les unités fluviales fréquentant le Port Autonome de Rouen acquittent une redevance fluviale de 0,54 € par tonne lorsque la marchandise est déchargée sur un quai public. Le transbordement de marchandise d'une unité fluviale vers une unité maritime n'est pas soumis à la redevance fluviale. La redevance fluviale du Port Autonome de Rouen peut selon certains avis constituer un « contre-poids » à la taxe maritime.

La taxe maritime représente une source substantielle de revenus pour le Port Autonome de Marseille (PAM) : au cours de la période 2002 – 2005 le PAM a perçu plus d'un million d'euros (sur la base d'un navire fluvio-maritime moyen – 85m de long, 12m de large et 3,5m de tirant d'eau) au titre de l'activité fluvio-maritime sur Rhône-Saône. L'année 2005 représente un peu moins de 300.000 euros. L'existence de la taxe pénalise l'exploitation des navires en ajoutant un surcoût de 550 euros par voyage. Ce droit d'accès crée, au sens des opérateurs, une distorsion de concurrence entre la chaîne associant fluvial et maritime et le fluvio-maritime.

Le montant de la taxe modifie l'équilibre du marché. La taxe est intégrée dans les taux de fret des fluvio-maritimes. Les prix payés par les chargeurs utilisant l'option fluvio-maritime ( $P_D$ ) sont différents de ceux perçus par les armateurs ( $P_S$ ), nous avons :  $P_D = P_S + t$

Le niveau de l'offre dépend du montant que l'armateur reçoit effectivement après avoir payé la taxe ( $P_S$ ). Tandis que la quantité demandée dépend du prix de la demande ( $P_D$ ).

Cela donne :  $D(P_D) = S(P_S)$

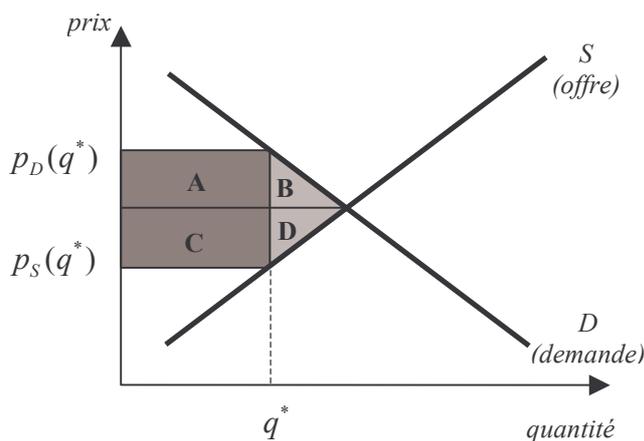
$$P_S = P_D - t$$

La condition d'équilibre devient :  $D(P_D) = S(P_D - t)$

À l'équilibre, le prix de l'offre additionné au montant de la taxe doit être égal au prix de la demande :  $P_D(q^*) = P_S(q^*) + t$ .

La taxe augmente le prix payé par les chargeurs  $p_D(q^*)$  et diminue le prix reçu par les opérateurs  $p_S(q^*)$ . Au sens économique, le coût de la taxe correspond à une réduction de l'*output*. En utilisant les concepts de surplus des consommateurs et des producteurs, nous pouvons mesurer l'impact de la taxe sur le marché fluvio-maritime. Graphiquement nous avons :

**Figure 21 : La charge morte de la taxe.**



La perte du surplus du consommateur (les chargeurs) correspond aux surfaces  $A+B$  et la perte de surplus des producteurs (armateurs) aux surfaces  $C+D$ . Le coût total de la taxe est la somme de ces deux pertes. Cependant, le port qui perçoit la taxe réalise un bénéfice net équivalent à la surface  $A+C$ . La surface  $B+D$  quant à elle exprime la « charge morte » de la

taxe, c'est-à-dire la perte de valeur subie par la collectivité et plus particulièrement les chargeurs et les armateurs fluvio-maritimes suite à l'instauration de la taxe et donc à la baisse des quantités transportées.

Au sens de la collectivité la taxe n'est pas optimale. Elle assure néanmoins au port une source de revenus dont le coût de production est quasi nul. Les coûts d'entretien et d'aménagement du chenal de navigation, ainsi que la capitainerie (gestion de la circulation des navires à l'approche et dans le port) sont financés par l'intermédiaire des droits de port perçus sur tout navire escalant dans le port. Le trafic fluvio-maritime, 544 escales sur Rhône-Saône, est marginal en comparaison avec le nombre d'escales réalisées au PAM – 7.612 escales dans les bassins Ouest du PAM en 2005. *A priori*, les navires fluvio-maritimes ne mobilisent pas tous les moyens techniques et humains de la capitainerie du PAM. Par ailleurs, leur besoin en matière d'accès nautiques est faible par rapport aux plus grands pétroliers et porte-conteneurs – 16 mètres de tirant d'eau contre 3 à 4 mètres pour les fluvio-maritimes. D'après la profession fluvio-maritime l'ensemble de ces paramètres ne semble pas justifier le niveau « si élevé » de la taxe.

Un autre point de contestation provient de l'assiette de prélèvement. La taxe est un droit de port perçu « *sur tout navire de commerce traversant dans un sens ou dans l'autre, les installations du Port Autonome de Marseille, pour accéder au réseau de navigation fluviale...* »<sup>48</sup>. Les opérateurs regrettent que les unités fluviales qui empruntent les mêmes voies ne soient pas assujetties à ce « droit d'accès ». Ils perçoivent à travers cette taxe un moyen pour le PAM de détourner des trafics fluvio-maritimes vers des trafics maritimes repris ensuite par un mode terrestre (fluvial, ferroviaire ou routier). Ces mêmes opérateurs souhaitent en conséquence une suppression de cette taxe.

Sa suppression entraînerait sur le plan économique une meilleure allocation des ressources. Elle se traduirait par deux effets pouvant être simultanés : une baisse des taux de fret et/ou un accroissement du niveau de profitabilité de l'activité fluvio-maritime. L'attractivité de l'activité fluvio-maritime s'en trouverait améliorée. Le poids de la taxe est néanmoins relativement faible dans le compte d'exploitation d'un fluvio-maritime : moins de

---

<sup>48</sup> Tarifs 2007 des droits de port et de la taxe maritime – Port Autonome de Marseille.

2% des coûts totaux pour un voyage depuis Rhône-Saône à destination de la Méditerranée Occidentale (Espagne, Italie, Maghreb) c'est-à-dire entre 0,33 et 0,50 euro par tonne.

La suppression de la taxe maritime pourrait non seulement profiter aux opérateurs fluvio-maritimes mais également aux ports fluviaux de l'axe rhodanien en finançant tout ou partie des surcoûts liés aux manutentions du week-end et de soirée.

Les navires fluvio-maritimes souffrent parfois d'un manque de souplesse des outils de manutention. Lorsqu'un navire arrive dans un port fluvial le vendredi soir, il n'est « travaillé » que le lundi matin suivant. Traiter des navires le soir ou le week-end (samedi) pourrait attirer certains armateurs, garantis d'une manutention rapide, flexible et fiable. Ceci permettrait d'optimiser l'exploitation des navires par un accroissement du temps de navigation. Un navire est rentable lorsqu'il navigue et non lorsqu'il est immobilisé (à quai). Néanmoins ouvrir les ports le week-end ou le soir engendre un surcoût.

Cependant, les ports désireux de travailler le samedi ou le soir se heurtent à l'application des 35 heures. Se pose également le problème de régularité des trafics, il est nécessaire de financer l'inactivité (mise à disposition de l'outillage et d'une ou plusieurs équipe(s) d'hommes) dans l'attente des navires ou des unités fluviales. Les ports attendent en conséquence des garanties de trafics de la part des armateurs avant d'étendre leurs plages horaires au samedi ou en soirée.

L'ouverture des ports fluviaux le samedi profiterait non seulement à l'activité fluvio-maritime mais également à l'activité fluviale, le taux de rotation de toutes les unités de transport serait amélioré (accroissement du nombre de jours de navigation dans l'année) et tendrait à réduire les frets, les charges fixes étant mieux réparties dans le temps. Pour les mêmes raisons les coûts de manutention pourraient être abaissés.

Les conditions d'extension des horaires de manutention restent à définir. Il convient également de confronter l'impact de la charge morte de la taxe aux externalités positives dont bénéficieraient les opérateurs fluvio-maritimes et même les ports fluviaux.

## 2). *Aides à l'investissement :*

VNF soutient le renouvellement de la flotte fluviale par un plan d'aide à la modernisation. L'objectif est de répondre à des trafics spécifiques et d'accroître la sécurité des marchandises transportées. Ce type d'assistance n'est pas dénué d'intérêt pour la cale fluvio-maritime jugée globalement vieillissante par les acteurs portuaires de Rhône-Saône. Ce vieillissement s'accompagne d'un déclin qualitatif rendant les unités fluvio-maritimes beaucoup plus difficiles à travailler lors des manutentions : problème d'ouverture des écoutilles. Ceci n'est, par ailleurs, pas sans conséquence quant à l'image renvoyée par ce mode de transport (baisse de la productivité des ports et des navires, un manque certain de fiabilité, inquiétude quant au respect des règles de sécurité...). Une extension du plan de modernisation de la flotte à destination des unités fluvio-maritimes pourrait être envisagé sous conditions de fréquentation des voies navigables françaises. A l'image de ce qui se fait dans le secteur du transport fluvial, une aide à l'achat d'unités fluvio-maritimes pourrait être mise en oeuvre. Ce type de mesure aurait deux missions principales :

### ↳ **La sécurité :**

Les unités les plus vieilles et donc les plus potentiellement dangereuses pour la navigation sur le fleuve et l'infrastructure (heurt des murs guides d'écluse) pourraient être écartées du corridor rhodanien.

### ↳ **Modernisation de la flotte :**

La cale fluvio-maritime aurait la possibilité de s'adapter au plus près des exigences des chargeurs tout en incorporant les contraintes techniques et nautiques de l'infrastructure fluviale (tirants d'eau, d'air, largeur, longueur des sas d'écluses...).

Le concours financier de la sphère publique ne concernerait que l'achat d'un navire. L'assistance apportée pourrait consister en une aide sous forme d'un prêt à taux zéro. Le prêt accordé serait d'une durée équivalente à l'emprunt bancaire. Il viendrait en complément des fonds propres et de l'emprunt bancaire boucler le montage financier de l'acquisition d'un navire.

Ce montage permet de réduire la charge des frais financiers et donc d'accroître la rentabilité et le degré de compétitivité de l'activité fluvio-maritime par une réduction des coûts fixes. L'objectif de la démarche est d'éviter un régime de subventions directes dans lequel l'opérateur stoppe son activité lorsque cesse la subvention, comme ce fut le cas pour la ligne Lyon-Barcelone. La nature de l'activité fluvio-maritime sur le bassin Rhône-Saône ne permet pas à la grande majorité des armateurs fréquentant l'axe rhodanien de prétendre au programme européen Marco Polo : manque de régularité des flux et de nombreuses liaisons avec des pays tiers (hors Union Européenne). Il s'agit donc de créer une incitation de manière à pérenniser l'exploitation de navires sur Rhône-Saône.

L'aide à l'investissement viendrait en déduction des fonds propres et limiterait donc la prise de risque des investisseurs par une source de financement sur laquelle aucuns frais financiers (intérêts bancaires ou dividendes) ne s'appliquent. Cette aide (prêt à taux zéro) pourrait couvrir de 5 à 20% du montant total de l'investissement.

Le caractère « volatil » des navires fluvio-maritimes – le navire peut-être positionné sur n'importe quelle mer du globe – nécessite de conditionner l'aide à une présence régulière sur le bassin Rhône-Saône. Les modalités d'application de cette assistance restent à définir. Nous pouvons, néanmoins, mesurer l'impact de ce levier d'action sur la compétitivité du fluvio-maritime.

Nous simulons l'achat d'un navire et évaluons l'impact des différents scénarios de financement sur le coût journalier d'exploitation.

Le navire de référence est le *Rhodanus*. Les caractéristiques de ce fluvio-maritime sont reprises ci-dessous :

<b>Rhodanus</b>	
<b>port en lourd (t)</b>	2 900
<b>tirant d'eau max (m)</b>	4,34
<b>Longueur HT (m)</b>	89,25
<b>largeur HT (m)</b>	12,00
<b>tirant d'air (m)</b>	nc

Fin 2005, début 2006, ce type de navire était valorisé à hauteur de 3,6 millions d'euros.

Le financement du navire s'effectue selon les modalités suivantes :

- ✗ **L'emprunt bancaire** compte pour 40% de la valeur totale de l'investissement. Le taux d'intérêt est de 5%.

- ✗ **Les fonds propres** représentent 60% de la valeur d'achat du navire. Nous supposons que les investisseurs attendent un retour sur investissement de 10% par an.

Les actionnaires se comportent comme un établissement bancaire. Ils apportent leurs concours financiers en échange de la rémunération de leurs actifs. Les investisseurs attendent une rémunération de leurs fonds équivalente à celle du marché (taux d'intérêt) majorée d'une prime de risque liée à la nature de l'activité dans laquelle ils engagent des fonds.

- ✗ **L'aide à l'investissement** peut varier de 5 à 20% du montant total de l'achat. Elle est à déduire des fonds propres.

- ✗ **L'achat du navire est amorti sur 15 ans.**

Le financement s'effectue par annuités constantes. Chaque année le montant de l'annuité est constant, il inclut les intérêts et dividendes versés. Le montant de l'annuité est calculé selon la

$$\text{formule : } a_n = \frac{V_0 \times t_b \times i_b}{1 - (1 + i_b)^{-n}} + \frac{V_0 \times t_{fp} \times i_{fp}}{1 - (1 + i_{fp})^{-n}} + \frac{V_0 \times t_a}{N}$$

Avec  $t_b + t_{fp} + t_a = 100\%$

$t_b$  la part de l'investissement financée par l'emprunt bancaire avec un taux d'intérêt  $i_b$ .

$t_{fp}$  la part de l'investissement financée par les fonds propres avec un niveau exigé de rentabilité de l'investissement fixé à  $i_{fp}$ .

$t_a$  la part de l'investissement financée par l'aide à l'investissement.

$N$  le nombre de versements, soit 15 correspondant à un versement par an.

$V_0$  la valeur d'achat du navire.

Pour un montant de l'aide à l'investissement compris entre 5 et 20% de la valeur d'achat du navire, le montant de l'annuité diminue d'un peu moins de 12.000 euros à plus de 45.000 euros par an (cf. graphique 19).

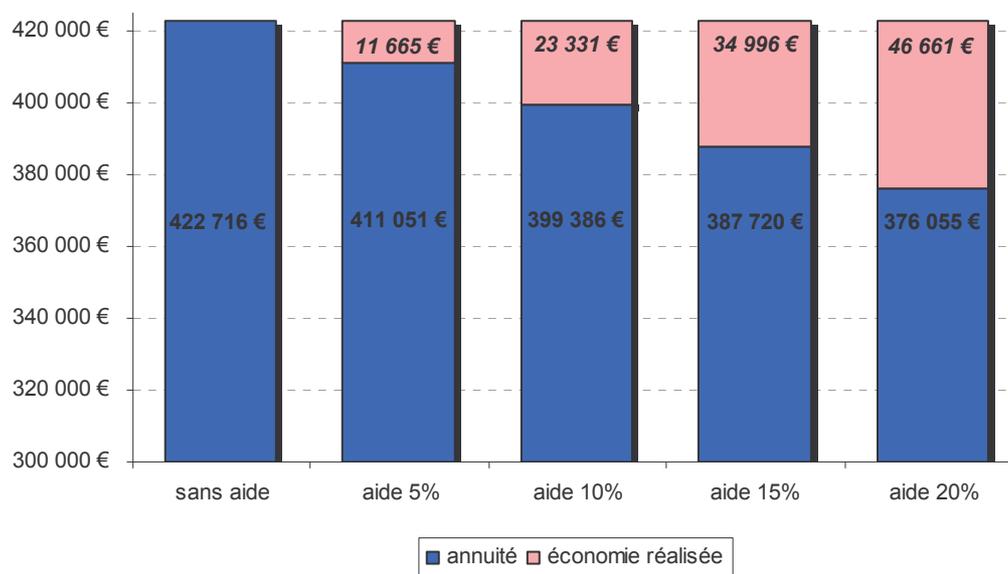
Une aide à l'investissement correspondant à 5% du montant total de l'investissement génère un gain d'environ 3% des frais fixes en capital (amortissement du navire). L'économie réalisée est de 6% pour une aide à hauteur de 10% de l'achat du navire ; 8% pour une aide de 15% et plus de 11% pour une aide de 20%.

en % de l'annuité non aidée	économie dégagée
<b>aide 5%</b> de la valeur d'achat	-3%
<b>aide 10%</b> de la valeur d'achat	-6%
<b>aide 15%</b> de la valeur d'achat	-8%
<b>aide 20%</b> de la valeur d'achat	-11%

Sans aide, le montant de l'annuité est inférieur à 425.000 euros contre plus de 375.000 euros pour une aide à hauteur de 20% de la valeur d'achat du navire – cf. annexe 8 pour le détail des tableaux d'amortissement.

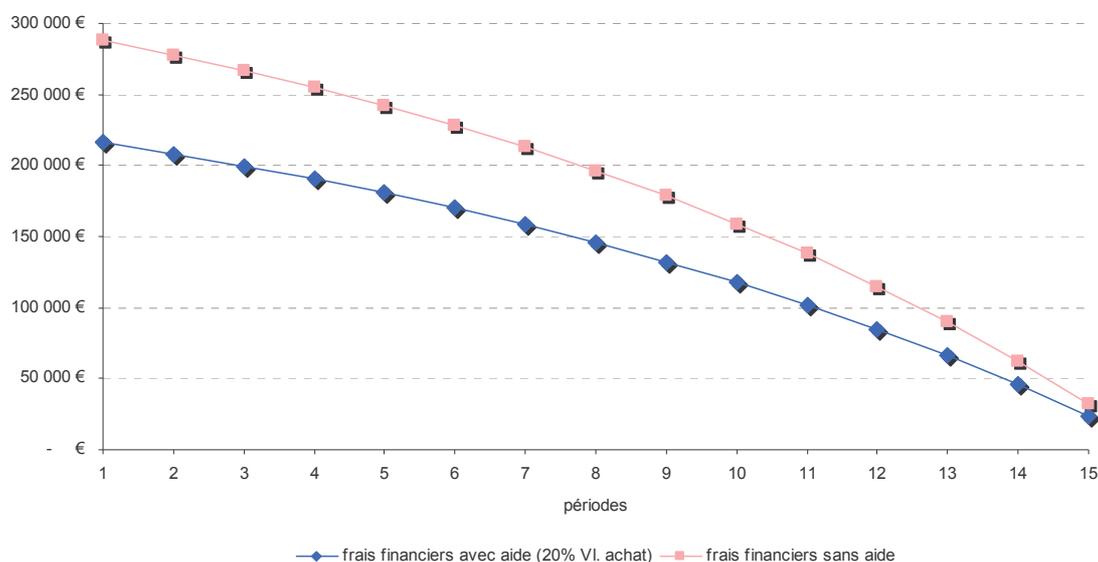
Le graphique ci-dessous établit la comparaison entre une annuité sans aide et une situation aidée.

**Graphique 19 : Amortissements aidés et non aidés, éléments de comparaison.**



L'aide à l'investissement se substitue à une partie des fonds propres. Les frais financiers couvrant l'intérêt bancaire et la rémunération des actionnaires se réduisent donc (cf. graphique 19).

**Graphique 20 : Évolution des frais financiers entre une annuité sans aide et annuité aidée à hauteur de 20%.**



Outre un allègement de la charge financière de l'investissement, ce système d'aide à l'investissement devrait faciliter les démarches des opérateurs fluvio-maritimes auprès des établissements bancaires. En effet, certains acteurs fluvio-maritimes ont été confrontés à un problème de cautionnement bancaire dans le montage de leur projet d'investissement. Ces sociétés ne disposaient pas d'une surface financière suffisante pour assurer le renouvellement de leur outil de transport – compagnie propriétaire d'un seul voire de quelques navires relativement âgés.

Par son concours financier la sphère publique apporte aux banques une garantie supplémentaire. En tant que bailleur de fonds, elle devra néanmoins s'assurer de la solvabilité du créancier, de la solidité de son projet et conditionner son aide au positionnement du navire sur le bassin rhodanien ou l'axe concerné.

Le coût de cette mesure pour la collectivité correspond à l'actualisation des fonds prêtés ; c'est-à-dire la perte monétaire des intérêts si cette somme était placée sur le marché financier pour la période correspondante. Selon les différents scénarii, la Collectivité devrait prêter aux opérateurs bénéficiaires de l'aide à l'investissement les sommes suivantes :

**Tableau 19 : Montant de l'aide à l'investissement.**

Pour une aide à hauteur de	<b>Montant total de l'aide</b>	<b>Montant de l'aide par année</b> (base 15 ans)
5%	180 000 €	<b>12 000 €</b>
10%	360 000 €	<b>24 000 €</b>
15%	540 000 €	<b>36 000 €</b>
20%	720 000 €	<b>48 000 €</b>

L'aide à l'investissement en réduisant la charge des frais financiers accroît la compétitivité du fluvio-maritime. Le coût total du fluvio-maritime se réduit. La baisse induite des coûts de transport est comprise entre 1% et 5% selon le niveau de l'aide. L'économie ainsi réalisée sur le coût journalier du navire varie d'environ 50 euros à près de 150 euros. Cette baisse des coûts contribue également à accentuer l'aire de navigation des fluvio-maritime. Au départ d'Arles la zone de pertinence du fluvio-maritime de référence (*Rhodanus* – FM3 selon notre typologie) augmente de 10% à 30%. Pour une aide équivalente à 20% et à pleine charge, le navire peut parcourir une distance maritime 30% supérieure, environ 6.000 kilomètres contre 4.600 kilomètres sans aide – avec un jour de repositionnement maritime. Outre cette aide financière la compétitivité des fluvio-maritimes pourrait être accrue par des innovations technologiques.

## **D. Les innovations technologiques.**

Les navires fluvio-maritimes contemporains sont le fruit d'une série d'innovations. A compter de 1973, le capitaine allemand G. Wessels fait entrer le fluvio-maritime dans l'ère moderne en concevant des navires équipés de cales *box shaped* : cale rectangulaire avec une ouverture d'écouille d'une surface identique à celle de la cale. Certains navires sont même équipés de cloisons verticales mobiles permettant de compartimenter la cale en plusieurs volumes distincts.

La nouvelle architecture pensée par le capitaine G. Wessels a rendu les navires fluvio-maritimes plus compétitifs. La large ouverture d'écouille facilite les opérations de manutention. Les angles morts et zones difficiles d'accès sont supprimés. L'espace de cale est ainsi optimisé. La durée des opérations de chargement / déchargement a ainsi été raccourcie et le taux de rotation des navires augmenté ( $\frac{nb \text{ jours en mer}}{nb \text{ jours au port}}$ ). Le taux de rentabilité des fluvio-maritimes s'est accru.

Outre les aspects réglementaires ou financiers susceptibles de favoriser le développement du fluvio-maritime, l'innovation technologique est un levier d'action à ne pas négliger. De nouveaux procédés technologiques, innovations en architecture navale sont à l'étude autour de la problématique du fluvio-maritime. Le Karvor, le système *River Sea Push Barge* (RSPB) font partie de ces axes de réflexion.

## 1). *Le Karvor.*

Le Karvor<sup>49</sup> est un projet de navire fluvio-maritime dont les études techniques et économiques ont été réalisées par la DCN – Technicatome et Catram. Fluvio-maritime de nouvelle génération, il est optimisé pour l'emport de conteneurs maritimes ISO sur des voies navigables de classe 5a (grand gabarit européen) : au maximum 90 EVP (Équivalent Vingt Pieds) en cale et 44 EVP en pontée. Le navire peut transporter en cas de besoin des cargaisons mixtes. Il dispose de plusieurs cales séparées (cloisons amovibles) et peut traiter ainsi différents types de trafic simultanément : conteneurs, vracs solides.

Équipé d'un portique de bord et d'un cavalier *straddle*, il peut s'affranchir de l'outillage portuaire. Le bord peut réaliser lui-même les opérations de manutention. Le portique de bord est capable de charger et de décharger des conteneurs. Quant au chariot, il assure le déplacement (stockage, pose, reprise) des conteneurs sur le terre-plein.

Le Karvor se veut un outil de transport souple et flexible : transport de marchandises de nature différente (vracs solides, conteneurs), desserte de quais dépourvus de moyens de manutention. Ses caractéristiques techniques sont proches de celles d'un fluvio-maritime classique (cf. tableau ci-dessous) :

**Tableau 20 : Caractéristiques techniques du Karvor.**

	<b>KARVOR</b>	<b>KIRSTEN</b>
<b>port en lourd (t)</b>	2 380	2 700
<b>tirant d'eau max. (m)</b>	3,60	4,00
<b>Longueur HT (m)</b>	113,00	99,95
<b>largeur (m)</b>	11,60	11,40
<b>tirant d'air (m)</b>	5,25	5,80

Le Karvor est ici comparé à un navire fluvio-maritime de taille équivalente, le *Kirsten*.

Il est le seul porte-conteneurs à vocation fluvio-maritime. Ceci lui offre la possibilité d'approcher la marchandise au plus près de son lieu de consommation et / ou de production. Il souffre cependant d'un tirant d'air élevé. Sur le segment fluvial, et Rhône-Saône plus particulièrement, charger les conteneurs en pontée n'est pas envisageable. Cette

---

<sup>49</sup> Étude de faisabilité de nouvelles lignes fluvio-maritimes Karvor entre l'axe Rhône-Saône et l'Espagne ou l'Italie ; CATRAM consultants (2002)

contrainte affecte tous les fluvio-maritimes se positionnant sur le marché du conteneur. Il est donc nécessaire d'inclure dans l'expédition fluvio-maritime une escale maritime pour effectuer un complément de chargement (trafic à l'export) ou un déchargement partiel de conteneurs (trafic à l'import). Cette escale supplémentaire réduit fortement l'attrait du Karvor. L'opération de chargement / déchargement porte sur un petit nombre de mouvements : 44 EVP. Les manutentionnaires et les ports préfèrent traiter de gros navires (droits de port plus élevés...) plutôt que de petites unités. En cas de saturation des postes à quai, l'arbitrage serait en défaveur du Karvor, priorité étant accordée aux navires les plus gros. En raison du faible niveau d'activité qu'il propose, le Karvor pourrait ne pas être correctement travaillé en cas d'escale partielle.

Le fluvio-maritime supprime le coût de rupture de charge lorsque la marchandise passe d'un environnement fluvial à un environnement maritime ou inversement. L'escale partielle du Karvor réduit son niveau de compétitivité. Le Karvor est alors confronté à la concurrence directe des unités maritimes et fluviales. Sur le segment maritime, les navires bénéficient d'importantes économies d'échelle (cf. sections précédentes). Une unité fluviale de taille équivalente a une capacité de transport supérieure : environ 130 EVP (pour une barge de 80 mètres de long – un convoi poussé est généralement formé de 2 barges soit 260 EVP de capacité) contre 90 EVP pour le Karvor ; et ce, pour un coût de construction et donc un coût d'exploitation nettement inférieur. Le coût d'affrètement du Karvor dans sa version grée est estimé à 4.400 €/jour ; en version non grée ce coût est ramené à 3.800 € / jour. Un convoi poussé est affrété pour 2.200 € par jour environ. Il faut compter 5.300 € par jour pour un *feeder* d'une capacité de 550 EVP. Comme l'illustre le tableau suivant, le Karvor peut difficilement se positionner sur le marché du conteneur.

**Tableau 21 : Karvor, convoi poussé et navire *feeder* éléments de comparaison.**

	<b>Karvor</b>	<b>Convoi poussé</b> (2 barges + pousseur)	<b>navire <i>feeder</i></b>
<b>capacité en EVP</b>	de 134 à 90	230	550
<b>coût d'affrètement journalier</b>	3 800 €	2 200 €	5 300 €
<b>coût d'affrètement journalier / EVP</b>	de 28 € à 42 €	10 €	10 €

Le cabinet d'études, Catram, fait également état de difficultés pour positionner le Karvor sur les marchés Nord-italiens (Turin, Milan) et Nord-espagnols (Barcelone) avec lesquels la Région Rhône-Alpes réalise beaucoup d'échanges : « *Il est évident qu'un service fluvio-maritime touchant des ports de l'axe Rhône-Saône ne peut en aucun cas capter des flux régionaux ayant pour origine ou destination le Nord de l'Italie : la droiture routière est rapide (de l'ordre de la demi-journée) et peu chère (450 – 500 €), alors que le service fluvio-maritime serait lent [...] et supportera des coûts de pré / post-acheminements très élevés. La région de Barcelone [...] un service fluvio-maritime y serait soumis à une concurrence routière très sévère, avec une distance insuffisante pour amortir les coûts de pré et de post-acheminements* ». Le Karvor pourrait desservir des destinations plus lointaines : Portugal, Maghreb ou encore la Grèce. Il serait dès lors mis en concurrence avec des options fluviales et maritimes dont nous avons évoqué la plus grande compétitivité. Reste dès lors le marché des vracs solides.

Pour le transport de céréales et autres vracs solides le Karvor serait en concurrence avec des unités fluvio-maritimes « pures » déjà présentes sur le bassin Rhône-Saône. Un fluvio-maritime de taille équivalente (2.500 tonnes de port en lourd) propose un *time charter* à 2.500 € par jour (ce coût comprend le coût en capital, la maintenance et les frais d'équipage) bien en deçà des 3.800 € journaliers du Karvor.

Sur le bassin Rhône-Saône, le Karvor est handicapé par des coûts de construction et de financement élevés : navire sous pavillon français. Des règles de gestion plus souples peuvent accroître son niveau de compétitivité : armement sous pavillon de libre immatriculation ou un pavillon européen dit « faible ». Il est cependant mal adapté aux conditions nautiques du bassin Rhône-Saône dont le tirant d'air et le tirant d'eau sont relativement faibles. Il pourrait

s'avérer plus pertinent sur d'autres voies navigables dont les contraintes de navigation sont moins fortes.

## 2). *Le concept du River Sea Push Barge (RSPB).*

Konings et Ludema (2000) étudient un concept de transport fluvio-maritime d'un nouveau genre : le système *River Sea Push Barge* (RSPB). Le concept technique du RSPB a été défini par Vecomar International and Marine Heavy Lift Partners (Pays-Bas). Sur le principe d'un convoi poussé fluvial (barge + pousseur), l'outil se compose de barges adaptées aux navigations fluviales et maritimes et de deux pousseurs. La principale innovation du système RSPB réside dans la construction et l'exploitation de pousseurs spécialement conçus pour l'environnement dans lequel ils évoluent : maritime ou fluvial. Chaque pousseur navigue dans un environnement spécifique : l'un fluvial, l'autre maritime. L'objectif de l'étude de Konings et Ludema (2000) est d'analyser les perspectives de marché de ce nouveau système de transport. Leurs travaux se concentrent sur les flux de marchandises entre l'axe rhénan (ses ports fluviaux) et la côte Est du Royaume-Uni.

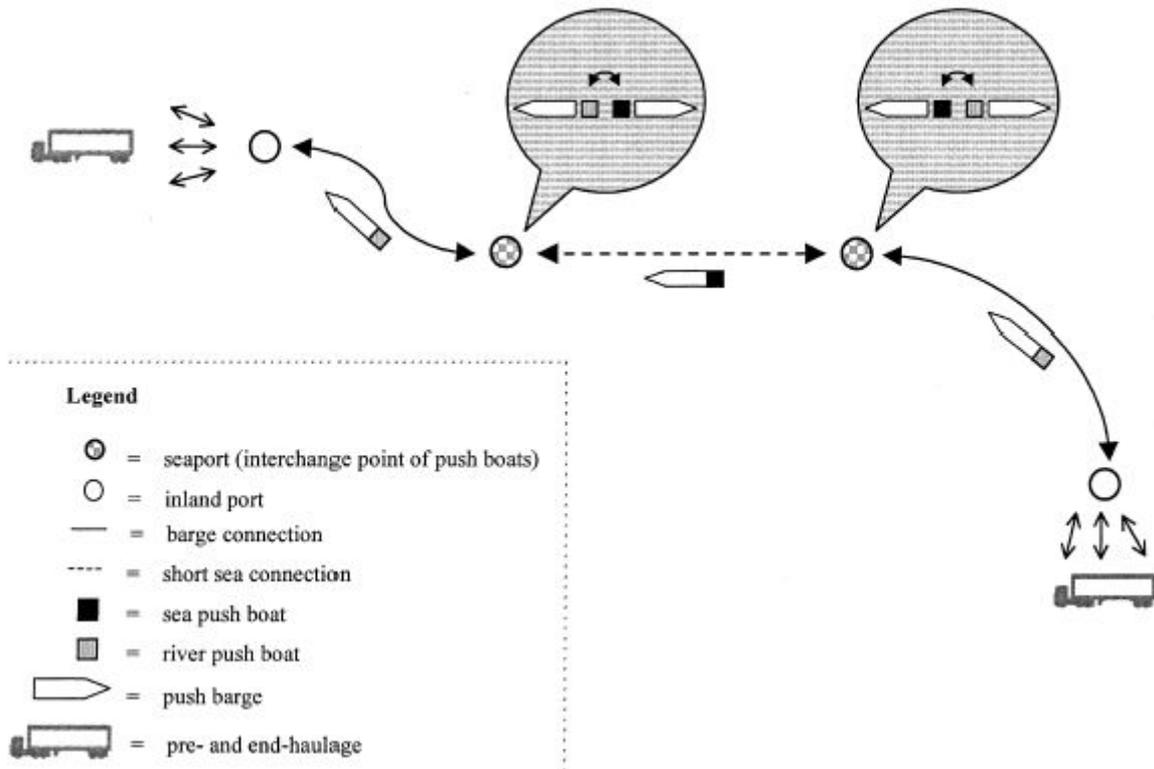
La principale caractéristique des barges est de pouvoir s'adapter aux différentes conditions de tirant d'eau : barges ballastables. Elles peuvent donc naviguer aussi bien en mer que sur les fleuves ou rivières. Les barges disposent d'un faible tirant d'eau leur permettant de remonter le Rhin jusqu'à Strasbourg. Pour les fluvio-maritimes « classiques » un tel parcours n'est pas intéressant sur le plan commercial car :

- ✘ Le niveau d'eau sur le Rhin peut poser problème. La canicule de l'été 2003 a fortement limité l'activité transport sur l'axe rhénan – jusqu'à plus de 50% de baisse d'activité en raison d'un tirant d'eau trop faible.
- ✘ Les navires fluvio-maritimes disposent de capacités d'emport trop faibles en comparaison avec le mode fluvial.
- ✘ Le fluvio-maritime est coûteux par rapport à la solution fluviale.
- ✘ Les temps de parcours des unités fluvio-maritimes sont trop lents.

Le système de transport RSPB est quant à lui moins coûteux et dispose de capacités de transport supérieures. Les barges ballastables peuvent transporter aussi bien des vrac solides que des conteneurs. Sur ce dernier marché, de part leurs fortes capacités d'emport les barges peuvent générer des économies d'échelle sur les coûts de stockage par le développement de la notion de stock roulant, stock flottant plus précisément. Ayant des caractéristiques techniques proches des barges « purement » fluviales, la problématique de la compétitivité du système RSPB sur le segment fluvial ne gêne pas son exploitation. L'architecture navale du système RSPB est adaptée aux réglementations techniques en vigueur sur le Rhin. Le convoi poussé mesure 110 mètres de long (longueur hors tout, 1 barge + 1 pousseur) pour une largeur de 22m conformément aux dimensions de l'infrastructure rhénane. Les ballasts permettent une exploitation du système par « tout temps ». Lorsque le niveau d'eau est élevé, la barge est ballastée afin de pouvoir passer sous les ponts. En revanche en cas de basses eaux le faible enfoncement de la barge autorise son exploitation. Le tirant d'air du RSPB est conforme à celui autorisé sur le Rhin, au maximum 9,10m. Sur le fleuve la barge est couplée à un pousseur conventionnel (pousseur de rivière) par une technique couramment employée sur l'ensemble des voies navigables. Sur le segment maritime, le couplage est effectué grâce au système Arti-couple, technique spécialement développée pour le modèle RSPB. Le système de couplage permet au concept RSPB de répondre aux normes maritimes par une classification de l'unité au cabotage maritime. Les ballasts sont utilisés pour donner à la barge l'enfoncement nécessaire à la traversée maritime.

Le mode opérationnel du système repose sur le principe suivant : chaque pousseur évolue dans un environnement spécifique : l'un fluvial, l'autre maritime. Le pousseur fluvial est de conception classique. Le pousseur maritime est, quant à lui, adapté aux contraintes maritimes – houle, roulis, équipement adéquat (système radar, instruments de navigation...). L'interface terre-mer s'effectue par un changement de pousseur (maximum 2 heures selon les auteurs). Ainsi chaque pousseur est exploité dans l'environnement pour lequel il a été conçu. Le pousseur de rivière achemine la barge sur la partie terrestre (voies d'eau) jusqu'au port maritime. Le pousseur de mer reprend alors les opérations jusqu'au port maritime de destination, un port du Royaume-Uni. La barge est alors déchargée ou reprise par un pousseur de rivière jusqu'à son port fluvial de destination finale (cf. figure 22).

Figure 22 : Le système RSPB dans la chaîne de transport intermodale.



Source : Konings et Ludema (2000).

Konings et Ludema (2000) étudient la pertinence du système RSPB entre l'axe rhénan et le Royaume-Uni. Ils décomposent le Rhin en trois zones géographiques auxquelles ils font correspondre trois ports allemands :

- ↪ Dormagen pour la région du bas Rhin.
- ↪ Mainz représente la région centrale du corridor rhénan.
- ↪ Germersheim est la base pour des flux au départ de la zone du haut Rhin.

Le port Anglais de destination est celui de Hull. Ils comparent le système RSPB à deux chaînes de transport : une option « route + ferry » – la solution la plus connue et la plus rapide – et l'alternative fluviale associée au maritime – chaîne de transport la plus lente et la moins coûteuse. Le fluvio-maritime n'est pas pris en compte en raison de son faible rôle dans le système de transport intermodal (remorques et/ou conteneurs).

Le choix modal dépend de quatre paramètres majeurs (Jeffs 1985 ; NEA/NEI 1990 ; NIPO 1997) : le coût, le temps de transport, la fiabilité et les risques de dommages encourus lors du transport. Le modèle développé se concentre sur les deux premiers facteurs : les coûts et le temps. Les chargeurs privilégient la solution de transport offrant le moins de résistance (Tavasszy 1996) c'est-à-dire celle qui optimise le couple prix/temps. Sur la base des préférences révélées, ils construisent une fonction de coûts de transport généralisés  $C_{s,m}$ . La fonction comprend les taux de fret pratiqués  $M_s$  (€/unité), la valeur du temps pour chaque produit ou groupe de produits  $v_m$  (€/h/unité) et le temps de transport de chaque service  $T_s$  (h) :

$$C_{s,m} = M_s + v_m T_s$$

Le temps de parcours de chaque solution de transport est calculé au départ de plusieurs régions mouillées par le Rhin ou proches. Ils estiment ensuite la part modale de chaque chaîne de transport. Le système RSPB garantit un faible coût lui permettant d'entrer en concurrence avec les chaînes : « route + ferry » et « fluvial + maritime ». Le temps de parcours du système RSPB est inférieur à celui proposé par le fleuve associé au maritime. La suppression d'une rupture de charge (interface fleuve/mer) explique cet avantage. Il est en revanche nettement plus lent que l'acheminement routier combiné au *ferry*. Les auteurs en tirent la conclusion suivante : le concept RSPB peut se positionner sur les produits dont le facteur temps est peu significatif, c'est-à-dire sur le segment de marché du « fluvial + maritime ».

Les auteurs désignent Dormagen comme le port le plus pertinent pour offrir des liaisons avec le Royaume-Uni. Cette conclusion est contre-intuitive au regard du marché ciblé par le système RSPB : les régions centrales et méridionales du corridor rhénan. Nos conclusions sont similaires à celles de Konings et Ludema (2000) : sur Rhône-Saône le fluvio-maritime est le plus pertinent sur la section « bas Rhône » (au départ d'Arles) où le surcoût fluvial est le plus faible.

Le principal attrait du système RSPB est de s'affranchir des mauvaises conditions nautiques – faibles tirants d'eau. Il pourrait donc être exploité au départ de nombreuses voies navigables, plus particulièrement Rhône-Saône en proposant des solutions intéressantes de *feeder*ing et ou de cabotage à destination du bassin méditerranéen.

### 3). *Le fluvio-côtier.*

La problématique de la desserte fluviale de port 2000 (Port Autonome du Havre) peut constituer pour la navigation fluvio-maritime un axe de recherche intéressant en matière de conception et d'architecture navale.

Le 30 mars 2006, le Port Autonome du Havre (PAH) a inauguré Port 2000 ; installations portuaires destinées à accueillir les plus gros porte-conteneurs (navires *over-panamax* d'une capacité supérieure à 8.000 EVP, plus de 300m de long et plus de 32m de large) opérants sur les lignes Est-Ouest. Le nouveau terminal dans sa version finale portera la capacité du port havrais à 6 millions d'EVP d'ici 2020 sans saturation – environ 2 millions d'EVP sont traités actuellement.

Peu après sa mise en service commerciale le 18 avril 2006, Port 2000 a vu escalier de très gros navires *La Traviata* (CMA-CGM) d'une capacité de 8.500 EVP, le *Médéa* 9.415 EVP, le *Los Angeles* (CSCL Xin) et le *Havre* 9.580 EVP (CSCL). Après 8 mois d'exploitation, le nouveau terminal a accueilli 334 navires et manutentionnés plus de 300.000 EVP soit 15% du trafic conteneur du PAH. Le PAH a enregistré au cours du premier trimestre 2007 son meilleur résultat trimestriel avec plus de 600.000 EVP manutentionnés.

Sans de nouvelles infrastructures, le flux supplémentaire de conteneurs ne pourra pas être absorbé par la route, aujourd'hui près de 80% de parts modales. Le ferroviaire a besoin pour se développer d'un contournement Nord-Est de l'Île de France. Les opérateurs tablent en conséquence sur le mode fluvial et ses fortes marges de progression : +20% sur la Seine en 2006 avec près de 120.000 EVP contre plus de 100.000 en 2005. Cependant, faute d'écluse fluviale pour accéder aux installations de Port 2000, l'interface mer/fleuve est réalisée par une navette ferroviaire qui achemine les conteneurs entre Port 2000 et le terminal fluvial. La desserte fluviale est effectuée avec des ruptures de charge supplémentaires. La navette est opérée par la Société d'Aménagement de l'Interface Terrestre du port du Havre (SAITH). Malgré les subventions perçues, elle génère un surcoût estimé à 20 euros par conteneur. Dans les prochaines années, malgré un investissement de 20 millions d'euros en engins de manutention et de transport ferroviaire, le dispositif de la SAITH ne pourra pas traiter l'ensemble des trafics fluviaux. En 2015, SAITH pourrait traiter jusqu'à 250.000 EVP. Cette

capacité n'est pas suffisante face au développement attendu des trafics de Port 2000. Le dispositif SAITH est une solution partielle mais non satisfaisante.

La connexion fluviale des plus grands ports Nord-européens avec leur *hinterland* s'effectue par une double desserte : un terminal fluvial dédié et un accès direct par écluse fluviale. Cette organisation garantit à la fois souplesse et sécurité des dessertes. L'accès direct permet une massification des flux. Le terminal dédié permet de traiter les flux diffus et modestes (souplesse de gestion) et constitue une alternative en cas de défaillance grave de l'accès fluvial. Lors de sa mise en service, Port 2000 au contraire des ports majeurs ne disposait pas d'accès direct pour sa desserte fluviale (cf. carte 12). Toutefois, en octobre 2006 le Ministre des Transports a entériné la construction d'une écluse fluviale pour desservir Port 2000, sans toutefois préciser de calendrier ni la nature du montage financier dont le coût est estimé à plus de 110 millions d'euros.

**Carte 12 : Plan du port autonome du Havre – accès à Port 2000.**



Source : port autonome du Havre ; <http://www.havre-port.net/pahweb.html>

Face aux délais de construction de l'écluse fluviale et les limites physiques du dispositif SAITH (capacités) le concept de transport fluvio-côtier a été développé. Il s'agit de faire passer les unités fluviales par la mer ou l'estuaire de la Seine. Cette solution s'apparente au transport fluvio-maritime et permet de supprimer les ruptures de charge (fleuve / SAITH) du schéma actuel. Les cadres réglementaires applicables aux matériels (résistance des coques,

stabilité et sécurité des unités) et aux personnels nécessitent d'être modifiés. En effet, la navigation dans les eaux maritimes doit être effectuée par un navire de mer (construit et équipé à cet effet) armé par un équipage de marins professionnels. La jonction Seine / Port 2000 peut être réalisée selon deux itinéraires :

↳ La route Nord : via les écluses et le canal de Tancarville, puis l'écluse François 1<sup>er</sup>, pour accéder à Port 2000 par son chenal d'accès maritime.

↳ La route Sud : via le chenal d'accès du Port Autonome de Rouen dans l'estuaire de la Seine et le chenal d'accès à Port 2000. Cet accès offre la possibilité de desservir les installations portuaires d'Honfleur (dans la circonscription du Port Autonome de Rouen). Les unités fluviales ne sont également plus soumises aux contraintes horaires (attendre des conditions de marée favorables) et de fréquentation des écluses.

La route Nord est ouverte depuis fin janvier 2007. Elle a été actée par les Arrêtés ministériels du 10 janvier 2007 relatifs à la navigation de bateaux fluviaux en mer pour la desserte de Port 2000 et au pilotage des bateaux (cf. annexe 9 pour le détail des Arrêtés ministériels). Les dispositions autorisent les compagnies à débiter une desserte directe de Port 2000 par le canal de Tancarville et la mer. L'accès à la voie Nord n'est possible que par des bateaux fluviaux conformes à la norme IN 1.2 visant à « maritimer » les unités fluviales. Les dispositifs réglementaires concernent uniquement les automoteurs. Le transit maritime doit être effectué par un pilote maritime si le batelier n'est pas titulaire d'une licence de patron-pilote. En cas de conditions météorologiques défavorables, le traitement des unités fluvio-côtières s'effectuera dans les bassins intérieurs du port autonomes du Havre. L'unité doit pouvoir résister à une houle de 1,20m pour 80% du temps.

La voie Sud sera accessible à des unités maritimes fluvialisées pour répondre aux règles de sécurité spécifiques au transit en eaux maritimes et estuariennes – résister à une houle de 2m à 95% du temps. Il s'agit ici de navires de 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> catégorie. Un navire de 5<sup>ème</sup> catégorie peut s'éloigner d'un abri jusqu'à 5 miles nautiques (environ 10 km) et 20 miles pour un navire de 4<sup>ème</sup> catégorie. Un abri est un endroit où le navire peut être mouillé et les personnes mises en sécurité. Les dispositifs réglementaires concernant la route Sud sont en cours d'instruction.

La desserte fluviale de Port 2000 se base sur les principes de la navigation fluvio-maritime. Les modifications réglementaires apportées donnent à un équipage fluvial une compétence maritime. Elles favorisent également la conception d'unités de transport modernes pouvant évoluer dans deux environnements différents : le fluvial et le maritime. Le gabarit des unités fluvio-côtières devra répondre aux contraintes physiques de l'axe Seine ; soit des dimensions maximales de 120m x 11,40m et un chargement de conteneurs sur 4 hauteurs pour desservir le port de Gennevilliers.

Ce dimensionnement concorde avec celui de l'infrastructure Rhône-Saône. Un déploiement de fluvio-côtières sur le bassin rhodanien pourrait par conséquent être envisageable. Une extension des innovations introduites pour le développement des fluvio-côtières peut profiter à la navigation fluvio-maritime. La construction de nouvelles unités pouvant opérer sur de plus longues distances maritimes peut étendre le marché de la navigation fluvio-maritime vers le transport de conteneurs sous la forme de services de *feeder* à destination des ports intérieurs. Une massification des flux de marchandises au plus près de leurs lieux de consommation / production serait dès lors possible.

# **CONCLUSION.**

Rissoan (1994) exprime un certain enthousiasme à l'égard des futures perspectives du fluvio-maritime sur Rhône-Saône mais aussi sur d'autres voies navigables. De nombreux experts soulignent le potentiel du fluvio-maritime. Le rapport Liberti (2002) traitant du cabotage maritime signale : « *Je n'ai pas traité sur le fond le transport fluvio-maritime. Je suis persuadé que son potentiel de développement est important* ». L'Institut Français de la Mer indique dans son rapport sur le développement du cabotage européen (2002) : « *De façon générale, cette navigation [le fluvio-maritime] qui a d'importantes possibilités, est sous-utilisée [...]. Elle pourrait être un aspect notable du développement du short sea shipping.* ». La Conférence Européenne des Ministres des Transports (2002) voit dans le développement du fluvio-maritime un outil pour désenclaver certaines régions d'Europe. Le déplacement de l'interface terre/mer au cœur du territoire européen doit permettre de réduire certains trafics routiers et les externalités qui en découlent. Le rapport De Richemont (2003) reconnaît plusieurs avantages au fluvio-maritime dont un coût réduit ; un gain de temps en raison de la suppression d'une rupture de charge ; une plus grande fiabilité du transport, la marchandise est mieux préservée car moins manutentionnée.

Malgré ces atouts et les perspectives de développement annoncées, la « révolution » du fluvio-maritime n'a pas eu lieu. Les trafics ont certes progressé sur Rhône-Saône. En 1976, le fluvio-maritime était encore inexistant. Le contrat de Tricastin amène les premiers navires fluvio-maritimes modernes. De 14.000 tonnes en 1977, le trafic a régulièrement grossi pour atteindre moins de 855.000 tonnes en 2005. En l'espace d'une trentaine d'année le trafic a été multiplié par plus de 60 soit une progression moyenne supérieure à 15% par an. Cette croissance spectaculaire ne doit pas cacher une évolution contrastée. Ces dernières années hormis le regain de 2005, les trafics ont tendance à stagner voire à se réduire depuis 2001. Le tonnage traité par fluvio-maritime reste encore marginal par rapport au trafic fluvial sur Rhône-Saône (6,7 millions de tonnes en 2005). Il est par ailleurs fortement dépendant des

trafics de céréales (45% du trafic total), soumis aux aléas climatiques (cf. les années 2003 et 2004).

La pertinence du fluvio-maritime reste limitée et porte essentiellement sur de petits volumes. Le fluvio-maritime va à contre-courant de l'évolution du trafic maritime mondial. À la recherche d'avantages compétitifs et d'économies d'échelle toujours plus importantes, le transport maritime a assisté ces dernières années à une croissance importante de la taille des navires. Alors que la taille des navires ne cesse de croître, nous avons développé, à partir d'une analyse micro-économique, un modèle permettant de quantifier les économies d'échelle liées à l'exploitation de différentes unités de transport. Cet outil nous a permis de mesurer la compétitivité du fluvio-maritime dont la taille des unités est contrainte à l'inverse des navires de mer. Nous avons conclu qu'il est particulièrement intéressant pour des ports traitant généralement de petites cargaisons. Ces ports sont souvent à l'écart de la course au gigantisme que les ports majeurs se livrent pour répondre à l'évolution rapide de la flotte. Son positionnement sur les petits volumes est très pertinent pour des services de *feeder* et/ou des services de transports de porte à porte.

Le fluvio-maritime dispose d'une niche de marché pour des cargaisons de faible tonnage. C'est une solution de transport attractive pour les colis lourds dont la manutention est à la fois complexe et coûteuse. Au départ de Rhône-Saône, le fluvio-maritime est intéressant pour la desserte de petits ports méditerranéens. Il est par ailleurs complémentaire avec l'alternative associant fluvial et maritime qui peut assurer une desserte des ports de plus grande importance.

Nos résultats mettent en lumière un mode de transport encore méconnu et souvent oublié comme le souligne le rapport De Richemont (2003) : « *J'ai constaté que le fluvio-maritime était souvent oublié* ». Comme il a été souvent souligné, le fluvio-maritime peut contribuer au développement du Transport Maritime à Courte Distance (TCMD – *short sea shipping*) et participer ainsi à une politique de transports plus durables.

Nous avons démontré la pertinence du fluvio-maritime, cependant notre raisonnement présente certaines limites. L'hypothèse de pleine utilisation des unités de transport (fluvio-maritime, fluviale ou maritime) : transport d'une seule unité de cargaison par navire ; est

relativement contraignante mais très utile pour l'analyse. Cette hypothèse permet de conserver des fonctions de coûts continues lorsque les unités de transports arrivent à pleine capacité. D'autres éléments de réflexion se rapportent au choix modal.

Le choix modal dépend de nombreux paramètres. Les plus cités sont le coût, les délais de livraison, la fiabilité et la prévention des risques et dommages. En examinant la compétitivité du fluvio-maritime au travers de la théorie micro-économique nous nous sommes concentrés sur les coûts de transport et les économies d'échelle. Nous pouvons compléter cette analyse avec les variables citées précédemment mais aussi en incorporant les externalités des modes de transport (dimension environnementale).

Nous apporterons ici quelques éléments de perception concernant les dimensions temporelle et environnementale. L'aspect temporel n'apparaît pas comme primordial dans l'analyse de la pertinence du fluvio-maritime. D'une part, la planification et le respect des durées d'acheminement sont souvent plus importants que ces durées elles-mêmes surtout lorsque nous sommes face à une organisation logistique de type juste à temps. D'autre part, face à une chaîne de transport associant un maillon maritime et un maillon terrestre, le fluvio-maritime est toujours plus rapide en raison de la suppression de la rupture de charge lors de l'interface terre/mer.

En revanche, placer le fluvio-maritime en concurrence directe avec le mode routier – ou tout autre mode de transport sur une liaison ne nécessitant pas de rupture de charge intermédiaire (par exemple la relation Lyon-Barcelone en mode routier ou ferroviaire) – semble rendre incontournable la prise en compte des aspects temporels. Ce cas de figure pose le problème de *trade-off* entre stockage et fréquence de transport. Faut-il privilégier une fréquence de transport élevée pour réduire les coûts de stockage, au prix d'un coût de transport plus important car rapide ? Ou faut-il réduire la fréquence de transport afin de pouvoir bénéficier d'économies d'échelle liées à l'utilisation d'un mode de transport plus lent (massification des flux) avec en contrepartie une augmentation des coûts de stockage ? L'unité de transport, selon ses capacités de massification des flux, peut également servir de plate-forme de stockage avec les notions de stocks roulants ou flottants. Danau et Raux (2007) apportent quelques éléments de réponse. Il est important de considérer la taille des lots à acheminer mais aussi les externalités (pollutions, bruit, bien-être social) d'un transport

rapide comme le routier face à celles d'un mode plus lent comme le fluvial. La fréquence d'un transport et ses capacités de massification ne sont pas incompatibles avec sa vitesse : dans le cadre des lignes régulières, le maritime bien que lent offre une fréquence de liaisons avec l'Asie très importante. Nous retrouvons souvent la problématique de la planification et du respect des durées d'acheminement. Ces éléments mériteraient une réflexion plus approfondie.

La dimension environnementale pourrait également être prise en considération. Il existe, néanmoins, peu de données concernant les émissions polluantes des navires fluvio-maritimes. Toutefois, le fluvio-maritime appartient au monde maritime dont nous savons que les émissions de CO<sub>2</sub> sont relativement faibles en comparaison avec les activités industrielles et les transports terrestres.

Le maritime est un outil incontournable d'échange de marchandises. L'Union Européenne est dépendante du transport maritime, près de 90% de son commerce extérieur et plus de 40% de ses échanges internes se font par la mer ; au total près de 2 milliards de tonnes de fret sont débarquées ou embarquées dans les ports de l'Union chaque année. Entre 1970 et 2005 (CNUCED 2007) le tonnage transporté par voie maritime a été multiplié par près de 3 ; passant de 2,5 milliards de tonnes à plus de 7 milliards. Cette croissance des échanges maritimes n'aurait pas pu être possible sans une augmentation de la flotte mondiale, dont le tonnage de port en lourd (tpl) a été multiplié par près de 3 sur la même période : 326 millions de tpl en 1970 contre 960 millions de tpl en 2005. Il s'en est suivi une forte évolution des consommations de carburant.

Endresen et al. (2007), Eyring et al. (2005) étudient l'évolution de la flotte maritime et la consommation de carburant correspondante. Leurs résultats suggèrent que l'augmentation du nombre de navires ne se traduit pas nécessairement par une hausse proportionnelle de la consommation de soutes (carburants) maritimes, et ce, en raison des avancées technologiques. Le bilan carbone de l'ADEME (2005) démontre également une certaine efficacité des navires : à taille équivalente les navires les plus récents sont moins « gourmands » en énergie fossile. De même l'augmentation de la taille des navires permet de réduire la consommation de carburant par tonne transportée ; ainsi pour des navires construits en 1990 un *handysize* (20.000 tonnes de port en lourd) consomme 1,9 gramme de carburant par tonne-kilomètre contre 0,9 g/tkm pour un *handymax* de 40.000 tpl.

Le maritime émet peu de CO<sub>2</sub>. Il contribue cependant de manière significative aux émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), d'oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) et de particules fines (PM). La Commission Européenne (2005) estime qu'en 2020, les émissions de NO<sub>x</sub> et SO<sub>x</sub> des navires desservant l'Union Européenne seront supérieures à toutes les autres sources d'émission terrestres de ces gaz des 25 pays membres de l'Union. Toute une série d'études sur les rejets atmosphériques liés à l'activité maritime<sup>50</sup> confirme ce constat. C'est pourquoi, la Commission a élaboré une stratégie qui fixe des objectifs ambitieux, réalisables d'ici 2020, pour protéger la santé humaine et l'environnement contre la pollution atmosphérique. Par ailleurs, la directive, 2005/33/CE du Parlement Européen et du Conseil du 06 juillet 2005, impose aux Etats membres de prendre toutes les mesures nécessaires pour faire en sorte que les combustibles marins dont la teneur en soufre dépasse 1,5% en masse ne soient pas utilisés dans les parties de leurs mers territoriales, de leurs zones économiques exclusives et de leurs zones de prévention de la pollution qui relèvent des zones de contrôle des émissions de SO<sub>x</sub>. Ces dispositions sont applicables à tous les navires quel que soit leur pavillon, y compris aux navires dont le voyage a débuté en dehors de la Communauté Européenne.

La réduction de la teneur en soufre des combustibles présente certains avantages pour les navires sur le plan de l'efficacité de fonctionnement et des coûts d'entretien. Elle favorise une utilisation efficace de certaines technologies de réduction des émissions de gaz telles la réduction catalytique sélective. La basse teneur en soufre des combustibles n'impose aucune modification des installations mécaniques. Elle contribue par ailleurs à la protection du matériel. La combustion se réalise à une température moins élevée avec un pouvoir calorifique supérieur. Ceci génère moins d'émissions de dioxyde de carbone et de particules imbrûlées (fumée). Cela se répercute également sur le moteur, par un moindre encrassement, une meilleure injection et donc une usure générale réduite.

La législation Européenne entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2010. Certaines zones sont déjà soumises à cette réglementation : la Mer Baltique depuis le 11 août 2006 et la Mer du Nord depuis le 11 août 2007. Dans son rapport, le ICCT – International Council on Clean Transport – (2007) propose des mesures complémentaires afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre du transport maritime. L'ICCT indique l'implication de certains pays comme

---

<sup>50</sup> Liste des études sur le site : <http://ec.europa.eu/environment/air/background.htm#sulphur>

la Suède, la Norvège et l'Allemagne qui œuvrent auprès de l'OMI (Organisation Maritime Internationale) pour réduire les émissions des navires. Branche du transport maritime, les fluvio-maritimes sont et seront également soumis à ces obligations.

Ces différents éléments et les prochaines évolutions laissent à penser que la prise en considération de la dimension environnementale dans l'évaluation de la pertinence du fluvio-maritime aurait peu d'impact, surtout si le fluvio-maritime est comparé au mode routier.

Sur Rhône-Saône, en raison des contraintes liées à l'infrastructure (tirant d'eau et tirant d'air) le potentiel du fluvio-maritime semble sous-exploité, car il reste limité au transport de vrac solides.

Le fluvio-maritime parvient néanmoins à capter de nouveaux marchés ; ainsi l'implantation de la Société GDE sur le port fluvial de Vienne Sud Salaise a généré sur Rhône-Saône un flux de 100.000 tonnes supplémentaires : exportation de minerais et déchets de la métallurgie vers l'Italie pour recyclage. La Société Aliapur (filiale française de valorisation des pneus usagés) a expérimenté au cours de l'été 2007 la solution fluvio-maritime pour l'exportation de broyats de pneus.

Aliapur collecte chaque année 300.000 tonnes de pneus usagés, dont un tiers est destiné à la valorisation énergétique : combustible de substitution en remplacement des énergies fossiles (charbon, coke de pétrole). Entiers ou broyés, les pneus sont considérés comme un combustible alternatif disposant d'une capacité calorifique proche de l'antracite. Ce combustible de substitution alimente aujourd'hui des cimenteries équipées d'un système de traitement des fumées.

Le Maroc avec un volume total de 60.000 tonnes est l'une des principales destinations des pneus usagés à vocation énergétique. Les broyats de pneus d'Aliapur alimentent ainsi deux cimenteries Lafarge, deux cimenteries Holcim et une cimenterie des Ciments du Maroc.

La logistique était jusqu'à présent organisée autour d'une collecte routière suivie d'une expédition maritime à destination de ports marocains. En août 2007, Aliapur a inauguré un premier voyage fluvio-maritime entre le port fluvial de Vienne Sud Salaise et Nador (Maroc). Le navire chargé de 1.100 tonnes de broyats a réalisé la connexion entre les deux ports en 5 jours. L'affrètement d'un navire fluvio-maritime a permis à la Société Aliapur de réaliser des économies de coûts de transport et d'afficher une action en faveur de l'environnement : l'expédition de plus de 1.000 tonnes de pneus par fluvio-maritime a évité la circulation de

plus d'une quarantaine de poids lourds entre la région lyonnaise et Marseille. Si cette solution encore expérimentale confirme ses avantages économiques, Aliapur envisage en 2008 d'acheminer vers le Maroc par fluvio-maritime entre 5.000 à 10.000 tonnes de broyats de pneus.

Malgré l'apparition de nouveaux trafics, le fluvio-maritime sur Rhône-saône reste en marge de la progression des trafics conteneurisés dont la croissance de ces dernières années est à deux chiffres. Le développement de nouveaux outils fluvio-maritimes : le système River Sea Push Barge (RSPB) développé par Valkhof et al. (2000) ou encore le concept de fluvio-côtiers étendus au cabotage, doit permettre de combler ce retard et de redynamiser ce mode de transport. Le RSPB ouvre le marché fluvio-maritime au transport de conteneurs.

Le système RSPB, dont la pertinence a été démontrée par Konings et Ludema (2000), est un convoi poussé (pousseur + barge) capable de naviguer en mer et sur voies navigables. Le passage d'un environnement à l'autre (du fluvial vers le maritime et inversement) s'effectue par un changement de pousseur, deux heures environ selon les auteurs. Le système requiert donc deux pousseurs : l'un adapté à un environnement maritime et l'autre au fluvial, il s'agit dans ce dernier cas d'un pousseur conventionnel.

Le développement en Méditerranée du système RSPB pourrait se traduire par une modification des notions d'hinterland (zone d'influence et d'attraction économique d'un port) et d'avant-pays (zone de desserte d'un ensemble de lignes régulières de transport à partir d'un port). Une ligne régulière conteneurisée entre Lyon et Barcelone développée grâce au système RSPB peut faire de la capitale du Rhône un port avancé de Barcelone. Cette connexion peut permettre au port Catalan d'étendre son hinterland à l'axe Rhône-Saône. Barcelone jouerait un rôle de *hub* maritime concentrant et éclatant les flux de conteneurs de la route Europe-Asie.

Outre le marché du conteneur, le fluvio-maritime dispose d'un potentiel pour le transport de marchandises dangereuses ayant pour origine / destination le couloir de la chimie. Dans le cas des transports de marchandises dangereuses, les questions de sécurité et de préservation de l'environnement sont décisives. Les entreprises chimiques et pétrochimiques tendent à prendre les plus grandes précautions pour un transport de marchandises dangereuses, notamment en termes de choix modal. Le transport routier, en

raison de ses contraintes (réglementation) est devenu la solution de dernier recours. Par ailleurs l'aspect sécuritaire primant sur le reste, l'élément coût de transport devient une variable moins décisive. Le contexte rhodanien, implantations de l'industrie chimique et pétrochimique en bordure de voie d'eau, permet d'envisager pour le fluvio-maritime un certain potentiel : la suppression d'une rupture de charge et un faible niveau d'accidentologie limitent les risques. A ce jour, aucun navire fluvio-maritime citerne n'a fréquenté les eaux du bassin Rhône-Saône. Des navires de ce type sont aujourd'hui exploités en Russie sur la Volga (cf. annexe 10). Exploiter de tels navires sur Rhône-Saône élargirait l'offre fluvio-maritime à un segment relativement « *lucratif* ». Le potentiel du fluvio-maritime pour le transport de marchandises dangereuses est à évaluer. Les marchandises dangereuses représentent cependant de fortes contraintes pour les ports fluviaux :

- Le port est soumis à l'incertitude financière de son client (chargeur et/ou destinataire).
- Le port est confronté au problème d'investissement pour se spécialiser.
- Selon la nature de la marchandise traitée tout ou partie des installations portuaires deviennent des installations classées. La spécialisation du port peut gêner sa fonction généraliste en limitant le nombre de débouchés. Le port perd alors en polyvalence du fait de l'incompatibilité de certains produits.

Pour ces diverses raisons la politique d'apportements privés semble à privilégier d'autant qu'il existe un concours financier de VNF et des régions pour la construction d'embranchements fluviaux.

Le fluvio-maritime doit certes prospector d'autres marchés (conteneurs, marchandises dangereuses, vracs liquides) pour se développer. Certains aspects réglementaires sont à modifier pour consolider les flux existants. La CEMT (2002) soulève plusieurs questions, identifiées comme freins réglementaires au développement du fluvio-maritime.

Les navires fluvio-maritimes doivent respecter les réglementations techniques de l'Organisation maritime internationale (OMI). La CEMT (2002) s'interroge sur la pertinence d'appliquer à ces navires des contraintes techniques aussi sévères que les navires de haute mer. Il est proposé de définir des prescriptions techniques spécifiques aux fluvio-maritimes de manière à réduire les coûts de transport.

Le manque d'homogénéité du Droit civil en matière de responsabilité est également pointé. La superposition de réglementations maritimes et fluviales pose problème.

« La fragmentation caractérisant actuellement le droit privé relatif au transport par voies de navigation intérieure et, tout particulièrement, l'absence de règles internationales unifiées en matière de responsabilité civile, agissent aussi comme un frein au développement du transport par voies de navigation intérieure, dans la mesure où cette lacune juridique installe l'incertitude. Cette incertitude peut dissuader les transporteurs fluviaux d'accepter des offres de fret, et les chargeurs de recourir aux services de transport des entreprises de navigation fluviale parce qu'ils ne connaissent pas leurs droits et leurs obligations en cas de litige ou de sinistre. » CEMT (2002).

L'accident de Saint Romain des Îles illustre ce manque de transparence du régime de responsabilité. Le navire *Laura* a heurté la travée rive droite du pont routier de Saint Romain des Îles causant 1,5 million d'euros de dégâts. Parce que le régime de responsabilité n'est pas clairement défini, la Collectivité a pris en charge et financé les travaux de réparation dans l'attente d'un jugement.

La CEMT (2002) entend contribuer au développement du fluvio-maritime en « assurant [entre autres] au transport fluvio-maritime un accès non discriminatoire à la pleine mer et aux voies navigables intérieures ce qui implique notamment l'élaboration et l'adoption au niveau international de réglementations techniques spécifiques pour les bateaux fluvio-maritimes ». L'accès non discriminatoire à la pleine mer et aux voies navigables intérieures pourrait, sous conditions, se traduire par une exemption de « pilotage » sur les rivières (cf. partie 3) et dans les ports maritimes réalisant l'interface fleuve/mer. Le concept de patron pilote pourrait être adapté.

Outre une série d'actions sur l'offre de transport fluvio-maritime, il conviendrait également d'organiser la demande de transport. Rissoan (1994) développe cette idée sous le terme : « *Vers une stratégie de bassin.* » La demande de transport n'est pas toujours suffisante et régulière pour éviter des situations de pénurie de cale pouvant remettre en cause l'activité économique de certains acteurs (ports et industries – cf. chapitre introductif). Il s'agirait d'une part d'assurer la promotion du bassin Rhône-Saône et d'autre part de créer de meilleures conditions pour qu'offre et demande puissent se rencontrer.

Avec le concours de VNF et de la CNR les ports fluviaux pourraient assurer la promotion du bassin Rhône-Saône (fluvial et fluvio-maritime). Ce travail viendrait en amont

de la commercialisation du transport. L'action des différents acteurs portuaires du bassin serait fédérée autour d'un axe de développement commun. Un port seul n'a pas les moyens commerciaux de fixer un armateur sur le bassin. En revanche, la communauté portuaire de Rhône-Saône peut disposer d'une « force commerciale » importante et apporter des réponses aux problèmes d'équilibrage des flux. La définition d'une stratégie de bassin permettrait de travailler avec des ports méditerranéens à la recherche de transports à destination ou en provenance de Rhône-Saône et donc d'accroître les trafics traités par voie d'eau. Mutualiser les moyens et assurer une promotion commune de l'axe Rhône-Saône pourrait faciliter le regroupement de la demande.

Le second aspect : faciliter la rencontre entre offre et demande de transport, vient dans le prolongement de la première action. L'organisation d'une bourse d'échange virtuelle pourrait faciliter le groupage des marchandises. L'offre fluvio-maritime pourrait s'étendre à des lots de petite taille dont le volume est insuffisant pour justifier l'affrètement d'un navire. Le groupage de flux différents n'est pas irréaliste. Les navires fluvio-maritimes disposent, pour la plupart, de cloisons amovibles permettant de compartimenter la cale. Alliamar développe depuis début 2004 pour tout type de produits un service de navire complet et/ou partiel en groupage. Ce service connecte les ports du Rhône et de la Saône aux pays du Maghreb. Trois services réguliers sont proposés. Le premier offre un départ mensuel à destination de l'Algérie, le second un départ toutes les 6 à 7 semaines pour la Tunisie et le troisième un départ toutes les 7 à 8 semaines vers le Maroc.

La bourse d'échange virtuelle regrouperait non seulement offre et demande de transport ; elle pourrait également démontrer au travers de quelques exemples la pertinence du fluvio-maritime en comparaison avec d'autres alternatives de transport.

Le fluvio-maritime est pertinent sous conditions. Certains aspects mériteraient approfondissement. L'ensemble des actions proposées dans ce travail devrait permettre selon la formulation de Charlier « *d'accentuer la pente géographique de Rhône-Alpes vers le versant maritime méditerranéen* ».

# **BIBLIOGRAPHIE.**

- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) [2005] – Mission Interministérielle de l'Effet de Serre. Bilan Carbone, Calcul des facteurs d'émissions et sources bibliographiques utilisées (version 3.0). Avril 2005.
- BAIN J [1956], Barriers to New Competition, Cambridge Mass., Harvard University Press.
- BAUMOL W.J., BAILEY E.E. and WILLIG R.D, [1977], Weak invisible hand theorems on the sustainability of multiproduct natural monopoly, American Economic review 67 – 1977 –, 350-365.
- BOITEUX M., [1956], Sur la gestion des monopoles astreints à l'équilibre budgétaire, Econometrica, 24, 22-40.
- BRS [2006], Revue Annuelle BRS sur le transport maritime et la construction navale pour l'année 2005 et perspectives pour les mois à venir.
- CHARLIER et FOHAL [2005], Le transport fluvio-maritime à l'heure des autoroutes de la mer. L'exemple de l'avant-pays nautique des ports de Bruxelles, Duisbourg, Liège et Paris. Travail subsidié par la Région de Bruxelles-Capitale (Prospective Research for Brussels 2002).
- Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen, du 21 mars 2000, sur la sécurité maritime du transport pétrolier [COM (2000) 142 final - Non publié au Journal officiel].
- Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen, du 6 décembre 2000, sur un deuxième train de mesures communautaires en matière de sécurité maritime suite au naufrage du pétrolier Erika [COM (2000) 802 final - Non publié au Journal officiel].
- Communication de la Commission du 23 novembre 2005, sur Troisième Paquet de mesures législatives en faveur de la sécurité maritime dans l'Union européenne [COM(2005) 585 final] Bruxelles, le 23.11.2005.

- Conférence Européenne des Ministres des Transports [1992], Résolution n°92/2 relative à la nouvelle classification des voies navigables, CEMT/CM(92)6/FINAL.
  
- Conférence Européenne des Ministres des Transports [2002], Conseil des Ministres, Transfert modal, conclusion du séminaire « Demain quelles voies navigables pour le continent européen ? » (Paris, 30 janvier 2002) ; 22 avril 2002 – CEMT/CM(2002)6 – JT00124890.
  
- Conférence Européenne des Ministres des Transports [2002], Conseil des Ministres, Transfert modal, Actions possibles afin de renforcer le rôle des voies navigables. 22 avril 2002 – CEMT/CM(2002)4 – JT00124879.
  
- CNUCED [2006] Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement, Étude sur les transports maritimes 2005. ; publication des Nations Unies 2006, New York et Genève.
  
- CNUCED [2007] Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement, Étude sur les transports maritimes 2006. ; publication des Nations Unies 2007, New York et Genève,  
 Accès web : <http://www.unctad.org/Templates/WebFlyer.asp?intItemID=3969&lang=2>
  
- CULLINANE K.P.B., KHANNA M. [1999], Economies of scale in large containerships, Journal of Transport Economics and Policy 33 (2), 185-208.
  
- CULLINANE K.P.B., KHANNA M. [2000], Economies of scale in large containerships: optimal size and geographical implications, Journal of Transport Geography 8, 181-195.
  
- CONSTANS L A [1921], Arles Antique, Paris, éd de Boccard, 1921.
  
- DEYDIER M [1912], B.A.C, 1912, p87-93 ; cf Bonnard, La navigation intérieure de la Gaule à l'époque gallo-romaine, p144-145.

- DANAU et RAUX [2007], Freight transportation, holding cost and environment: a simple microeconomic model. World Conference on Transport Research Society, Berkeley USA, June 2007
- DOMENICHINO J. – GUILLON J-M. [2001], Le Port Autonome de Marseille – Histoire des Hommes : Les Dockers, Marseille, éd Jeanne Laffitte, 2001.
- Drewry Shipping Consultants [1996], Post-Panamax Containerships: 6000 TEU and beyond, Drewry Shipping Consultants, London.
- DUBREUIL [2005] « Le triptyque portuaire est-il toujours pertinent ? L'exemple des services maritimes de cabotage », Flux, n°59, 46-58.
- ENDRESEN et al. [2007] A historical reconstruction of ships' fuel consumption and emissions, Journal of geophysical research, vol. 112, june 2007.
- European Commission (EC) [1997] Intermodalité et transport intermodal de marchandises dans l'Union Européenne, communication de la Commission au Parlement Européen et au Conseil, juillet 1997.
- European Commission (EC) [2001] Livre Blanc, la politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix ; Commission Européenne Direction Générale Énergie et Transport, 2001. Bruxelles, le 12.9.2001, COM(2001) 370 final.
- European Commission (EC) [2001] Integrated policy aspects of sustainable mobility, the extra project within the European Community's Transport RTD Program, septembre 2001.
- European Commission (EC) [2006] Directorate-General for Energy and Transport, Energy & Transport in figures 2005.
- European Commission (EC). [2005] The Communication on Thematic Strategy on Air Pollution. Belgium.

- European Commission (EC) [2006] Directorate-General for Energy and Transport. Maritime Transport. Web access: [http://europa.eu.int/comm/transport/maritime/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/transport/maritime/index_en.htm)
- EYRING et al. [2005] Emissions from international shipping: 1. The last 50 years, Journal of geophysical research, vol. 112, september 2005.
- GETZ, ERICHSE and HEIRUNG [1967], Design of a Cargo Liner in light of the Development of General Cargo Transportation, Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- GIANFROTTA PA, NIETO X, POMEY P, TCHERNIA A [1997], Navigation dans l'Antiquité, édisud Aix en Provence, 1997.
- GILMAN S., [1980], Ship Choice in container Age. Marine Transport Center, Liverpool UK.
- GILMAN S., [1983], The Competitive Dynamics of Liner Shipping, Aldershot, Gower, Hants.
- GILMAN S., [1999], The Size Economies and Network Efficiency of Large Containerships, International Journal of Maritime Economics, Vol. 1, n°1, pp.39-59.
- GOSS R.O., [1974], Cost of Ships Time, London, Government Economic Service Occasional Papers.
- GOSS and JONES [1971], The Economies of Size in Dry Bulk Carriers, H.M. Stationery Office.
- HALDI J., WHITCOMB D., [1967], Economies of scale in industrial plants, J. Political Economy 75, 373-385.

- HEAVER [1968], The Economies of Vessel Size: A Study of Shipping Costs and their Implications for Port Investments. Ottawa: National Harbours Board.
  
- HENK H. VALKHOF, TEUN HOOGEVEEN, REINT P. DALLINGA, SERGE L. TOXOPEUS AND TIMO F. VERWOEST [2000] ; A Tug & Barge System for Sea and River Service, The Society of Naval Architects and Marine Engineers 2000 Annual Meeting Preprints, 22 pages.
  
- Institut Français de la Mer (IFM) [2002], Le développement du cabotage européen : le short sea shipping une solution d'avenir. Février 2002.
  
- International Council on Clean Transportation (ICCT) [2007] Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions from Ocean-going Ships: Impacts, Mitigation Options and Opportunities for Managing Growth, March 2007.
  
- JANSSON J. O., SCHNEERSON D., [1982], The optimal ship size, Journal of Transport Economics and Policy, September 1982.
  
- JANSSON J. O., SCHNEERSON D., [1987], Liner Shipping Economics, Chapman & Hall, London.
  
- KONINGS R., LUDEMA M. [2000], The competitiveness of river-sea transport system: market perspectives on the United Kingdom – Germany corridor, Journal of Transport Geography 8 (2000) , 221-228.
  
- LAFERRERE M. [1981], Directeur de L'institut des études rhodaniennes, Présentation de la brochure CNR « les ports fluviaux rhodaniens » ; octobre 1981, page 2.
  
- LIBERTI F. [2002] Davantage de camions sur les navires et moins sur les routes ? Rapport à Monsieur le Premier Ministre sur le développement de lignes régulières de cabotage maritime au départ des ports français par François LIBERTI, député de l'Hérault 5 Avril 2002.

- LOPEZ [2008] Sea–river shipping competitiveness and its geographical market area for the Rhône–Saône corridor, *Journal of Transport Geography* 16 (2008) 100–116
  
- MARCADON [1986] « Le concept d’avant-pays marin : approche méthodologique ». *Ports et Mers, Mélanges maritimes offerts à André Vigarié, J. Charlier (éd.), Paradigme, Caen, 47-57.*
  
- McKINSEY and Co. Inc., [1967], *Containerisation; Key to Low Cost Transport*, London British Transport Docks Board.
  
- McLELLAN R.G. [1997], *Bigger vessels: How big is too big? Maritime Policy and Management* 24 (2), 193-211.
  
- *Mémorandum de Paris MOU [2006], Rapport annuel du mémorandum de Paris 2005.*
  
- Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, DGEMP ; Les prix de vente moyens des carburants, du fioul domestique et des fiouls lourds en France, en euros. Accès web : [http://www.industrie.gouv.fr/energie/petrole/se\\_cons\\_fr.htm](http://www.industrie.gouv.fr/energie/petrole/se_cons_fr.htm)
  
- MODIGLIANI F. [1958], « New Developments on Oligopoly Front », *Journal of Political Economy*, vol 46, n°3, juin.
  
- NEA/NEI, [1990]. *Vervoerwijzekeuze in het goederenvervoer: een inventarisatie van keuzefactoren en potentiële verschuivingen in de modal split (Modal choice in freight transport: an analysis of choice factors and the potential shift in the modal split)*, Rijswijk/Rotterdam, 1990.
  
- NIPO, [1997]. *NIPO Verladingsmonitor (NIPO Monitoring Shippers)*, Amsterdam, 1997.
  
- OCDE [1996], « Avantages concurrentiels dont bénéficient certains armateurs du fait de l’inobservation des règles et des normes internationales en vigueur » [OCDE/GD(96)4] Paris 1996.

- OCDE [2000] Environmentally sustainable transport futures strategies and practices, Synthesis report of the OECD project on Environmentally Sustainable Transport presented on occasion of the international EST conference 4th to 6th October 2000, Vienna, Austria.
  
- OCDE [2001] Questions relatives à la réglementation du transport maritime international, Direction de la science, de la technologie et de l'industrie, Division des transports.
  
- OCDE [2003], La sécurité dans les transports maritimes : facteurs de risques et répercussions économiques ; Comité des Transports maritimes de l'OCDE, Juillet 2003.
  
- OCDE [2004] Direction de la Science, de la Technologie et de l'Industrie, La sûreté maritime – possibilité d'action pour renforcer la transparence sur la propriété et le contrôle des navires, rapport final Juin 2004.
  
- PEARSON R. [1988] Container Ships and Shipping, Fairplay, London Fairplay Publication.
  
- Proposition de Directive du Parlement Européen et du Conseil [2005] concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, Bruxelles, le 21.9.2005 COM(2005) 447 final 2005/0183 (COD).
  
- QUINET E, [1998] Principes d'Économie des Transports, Ed Economica.
  
- RAINELLI M, [1998] Économie Industrielle 3ème édition, Mémentos Dalloz.
  
- RAMSEY F.P., [1927], A contribution to the theory of taxation, Economic Journal, 37, 47-61.
  
- Règlement (CE) No 1692/2006 du Parlement Européen et du Conseil du 24 octobre 2006 établissant le deuxième programme Marco Polo pour l'octroi d'un concours financier communautaire visant à améliorer les performances environnementales du système de transport de marchandises (Marco Polo II), et abrogeant le règlement (CE) n°1382/2003.

- Règlement Particulier de Police, Ministère de l'Équipement, Service Navigation intérieure Rhône - Saône ; mai 2000.
  
- Règlement particulier de police Ministère de l'Équipement navigation intérieure Rhône-Saône, Service Navigation Rhône-Saône, Lyon, 2001.
  
- de RICHEMONT H. [2003] sénateur de la Charente : Un pavillon attractif, un cabotage crédible Deux atouts pour la France. Rapport à Monsieur le Premier ministre octobre 2002 – mars 2003.
  
- RISSOAN J P [1984] River-sea navigation in Europe, Journal of Transport Geography 2 (1984) 131-142.
  
- RISSOAN J P [1987], Le Rhône et la mer-La navigation fluvio-maritime rhodanienne, Lyon, Institut des études rhodaniennes de Lyon, 1987.
  
- RISSOAN J P [1994], Le transport fluvio-maritime en France, études & recherches Laboratoire d'Économie des Transports Unité mixte de recherche n°108, Lyon, 1994.
  
- RISSOAN J P [1995], La navigation fluvio-maritime et la vie régionale en Europe, thèse pour le doctorat d'État ès-Lettres, Lyon, 1995.
  
- ROUGE G [1996], Recherche sur l'organisation du commerce maritime en Méditerranée sous l'Empire Romain, Paris, éd Sevpen, 1996.
  
- RYDER S.C., CHAPPELL D. [1979], Optimal Speed and Ship Size for Liner Trades, Liverpool, Marine Transport Center (University of Liverpool).
  
- STOPFORD [2002], Is the drive for ever-bigger containership irresistible, Lloyds List Shipping Forecasting Conference, 26th April 2002.
  
- SYLOS-LABINI P. [1957], Oligopolio e progresso tecnico, Giuffrè, Milan.

- TAILLEY W.K. [1990], Optimal Ship Size, Maritime Policy and Management, Vol. 17, pp. 165-175.
- Tarifs des droits de port et de la taxe maritime 2007 ; Port Autonome de Marseille.
- Tarifs des droits de port 2007 ; Port Autonome de Rouen.
- TAVASSY [1996], Modelling European Freight Transport Flows, Dissertation, Delft University of Technology, Delft University Press, Delft 1996.
- THORBURN T., [1960] Supply and Demand for Water Transport, Business Research Institute, Stockholm School of Economics.
- TOZER D [2003], Ultra-large container ships: the green ships of future, Shipping World & Shipbuilder Oct 2003.
- TOZER D, PENFOLD A [2000], Container ships: Design aspect of larger Vessels, Lloyd's Register and Ocean Shipping Consultants Ltd, RINA/Imare presentation, London, March 2000.
- Ultra-large container Ships (ULCS) [2002] : Designing to the limit of current and projected terminal infrastructure capabilities, Lloyd's Register Technical Association, 2002.
- VIGARIE [1979], Ports de commerce et vie littorale. Hachette, Paris 1979.
- VNF [2003] Navigation intérieure part de marché en 2001, VNF, collection repère, Béthune, 2003.
- VNF [2003] Statistiques annuelles de la navigation intérieure 2002, VNF, Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement.

- VNF [2004] Statistiques annuelles de la navigation intérieure 2003, VNF, Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement.
  
- VNF [2005] Statistiques annuelles de la navigation intérieure 2004, VNF, Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement.
  
- VNF [2006] Statistiques annuelles de la navigation intérieure 2005, VNF, Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement.
  
- WIJNOLST N, SCHOLTENS M, WAALS F, [1999] Malacca-Max: The Ultimate Container Carrier – Design Innovation in Container Shipping, Delft university press.

# **TABLE DES ILLUSTRATIONS.**

## Liste des cartes.

Carte 1 : Le maillage portuaire du bassin Rhône-Saône.....	15
Carte 2 : Les trafics fluvio-maritimes 2005 selon le département mouillé. ....	57
Carte 3 : Les trafics fluvio-maritimes 2005 au départ / destination de Rhône-Saône.....	58
Carte 4 : Zone de pertinence du navire FM1 au départ de Lyon. ....	150
Carte 5 : Zone de pertinence du navire FM1 au départ de Chalon. ....	151
Carte 6 : Zone de pertinence du navire FM2 au départ de Lyon. ....	155
Carte 7 : Zone de pertinence du navire FM2 au départ de Chalon. ....	156
Carte 8 : Zone de pertinence du navire FM3 au départ de Lyon. ....	159
Carte 9 : Zone de pertinence du navire FM3 au départ de Chalon, pour une réduction de coût de 10%. .....	160
Carte 10 : Zone de pertinence du navire FM3 au départ d'Arles avec un jour de repositionnement maritime. ....	161
Carte 11 : Les dessertes fluvio-maritimes européennes.....	164
Carte 12 : Plan du port autonome du Havre – accès à Port 2000. ....	254

## Liste des figures.

Figure 1 : Impacts du maillon fluvio-maritime sur une chaîne de transport. ....	7
Figure 2 : Avantage absolu de coûts.....	69
Figure 3 : Fonctions de coûts, de coûts moyens et marginaux du fluvio-maritime.....	77
Figure 4 : Fonctions de coûts, de coûts moyens et marginaux du fluvial. ....	80
Figure 5 : Fonctions de coûts, de coûts moyens et marginaux de la rupture de charge.....	81
Figure 6 : Taille optimale d'un navire : .....	88
Figure 7 : Fonction de coût du maritime.....	93
Figure 8 : Fonctions de coût moyen et marginal du maritime.....	93
Figure 9 : Fonction de coût total de l'alternative « fluvial+maritime ».....	96
Figure 10 : Fonction de coût moyen de l'alternative « fluvial + maritime ».....	97
Figure 11 : Fonction de coût marginal de l'alternative « fluvial + maritime ».....	97
Figure 12 : Le seuil de basculement entre fluvio-maritime et « fluvial + maritime ».....	101
Figure 13 : Le seuil de basculement entre fluvio-maritime et « fluvial + maritime ».....	104
Figure 14 : Chaîne de transport fluvio-maritime, relation entre coûts et distance .....	114
Figure 15 : Chaîne de transport « fluvial + maritime », relation entre coûts et distance.....	114
Figure 16 : La zone de pertinence du fluvio-maritime.....	115
Figure 17 : Variation du surcoût fluvial et zone de pertinence.....	116
Figure 18 : Allure de l'aire de navigation du fluvio-maritime.....	147
Figure 19 : Potentialité du marché fluvio-maritime.....	210
Figure 20 : Offre et demande de transport fluvio-maritime.....	232
Figure 21 : La charge morte de la taxe.....	235
Figure 22 : Le système RSPB dans la chaîne de transport intermodale.....	251

## Liste des équations.

Équation 1 : L'équation du fluvio-maritime : .....	68
Équation 2 : La fonction de coût total du fluvio-maritime. ....	75
Équation 3 : Le coût moyen du fluvio-maritime : .....	77
Équation 4 : Le coût marginal du fluvio-maritime : .....	77
Équation 5 : La fonction de coût total du fluvial.....	78
Équation 6 : Le coût moyen du fluvial. ....	79
Équation 7 : Le coût marginal du fluvial. ....	79
Équation 8 : Le coût total du transbordement. ....	80
Équation 9 : Le coût moyen de transbordement. ....	81
Équation 10 : Le coût marginal de transbordement. ....	81
Équation 11 : Le coût total du maritime.....	89
Équation 12 : Le coût moyen du maritime.....	91
Équation 13 : Le coût marginal du maritime.....	92
Équation 14 : Le coût total de la chaîne « fluvial + maritime ».....	94
Équation 15 : Le coût moyen de la chaîne « fluvial + maritime ».....	94
Équation 16 : Le coût marginal de la chaîne « fluvial + maritime ». ....	94
Équation 17 : Fluvio-maritime et « fluvial + maritime » ; seuil de basculement. ....	99
Équation 18 : L'équation du fluvio-maritime : .....	111

## Liste des graphiques.

Graphique 1 : Tonnage moyen et tonnage maximum manutentionnés dans différents ports fluviaux de Rhône-Saône en 2005.....	46
Graphique 2 : Évolution des trafics fluvio-maritimes entre 1991 et 2005. ....	48
Graphique 3 : Taux de frets <i>time charter</i> moyens pour des navires vraquiers. ....	49
Graphique 4 : Échanges par voie fluviale entre Arles et les ports de la Saône (nombre de voyages). 51	
Graphique 5 : Les trafics fluvio-maritimes de Rhône-Saône de 1991 à 2005 selon la nature de la marchandise. ....	54
Graphique 6 : Décomposition des trafics fluvio-maritimes par type de marchandise transportée en 2005. ....	55
Graphique 7 : Fonction de coût total d'une unité fluvio-maritime ou fluviale au départ d'un port du bassin Rhône-Saône. ....	73
Graphique 8 : Fonction de coût par tonne d'une unité fluvio-maritime ou fluviale au départ d'un port de Rhône-Saône.....	74
Graphique 9 : Comparaison des trafics manutentionnés par le Port Autonome de Marseille et le trafic fluvio-maritime sur Rhône-Saône pour la période 2000-2004. ....	105
Graphique 10 : Relation entre distances et tonnages transportés par fluvio-maritime.....	121
Graphique 11 : Décomposition des coûts de différentes alternatives de transport. ....	144
Graphique 12 : Zones de pertinence du FM1 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône. .	148
Graphique 13 : Zones de pertinence du navire FM1 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône (coût de manutention 6 euros). ....	152
Graphique 14 : Zones de pertinence du navire FM1 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône (avec 1 jour de repositionnement maritime).....	153
Graphique 15 : Zones de pertinence du navire FM2 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône.....	154
Graphique 16 : Zones de pertinence du navire FM3 au départ de différents ports de l'axe Rhône-Saône.....	157
Graphique 17 : Répartition des trafics fluvio-maritimes de Rhône-Saône selon leur origine/destination (2005).....	162
Graphique 18 : Accessibilité des voies navigables européennes (CIEM 2005). ....	204
Graphique 19 : Amortissements aidés et non aidés, éléments de comparaison.....	242
Graphique 20 : Évolution des frais financiers entre une annuité sans aide et annuité aidée à hauteur de 20%.....	243

## Liste des tableaux.

Tableau 1 : Classement européen des voies navigables. ....	14
Tableau 2 : Les trafics fluvio-maritimes sur Rhône-Saône de 1977 à 2005. ....	32
Tableau 3 : Capacités d'empports des navires fluvio-maritimes selon les caractéristiques de la voie d'eau. ....	45
Tableau 4 : Les principaux ports fluvio-maritimes de Rhône-Saône en 2005. ....	56
Tableau 5 : Coût de transport selon le type d'acheminement retenu, coût en euros par tonne. ....	64
Tableau 6 : Développement de la taille et des capacités d'emport des porte-conteneurs au cours des dernières décennies. ....	84
Tableau 7 : Prix représentatifs de navires neufs pour différentes années. ....	90
Tableau 8 : Élasticité des coûts en capitaux par rapport à la taille du navire. ....	91
Tableau 9 : Trafic de vracs solides selon la taille des navires (année 2004). ....	100
Tableau 10 : Caractéristiques techniques des navires fluvio-maritimes (FM) de référence. ....	122
Tableau 11 : Dimension des voies navigables sur le bassin Rhône-Saône. ....	123
Tableau 12 : Caractéristiques techniques des unités fluviales et maritimes de référence. ....	124
Tableau 13 : Décomposition des coûts liés à l'exploitation d'un navire. ....	129
Tableau 14 : Simulation des coûts de transport, <i>time charter</i> des différentes unités. ....	134
Tableau 15 : Simulation des coûts de transport, paramètres de calcul. ....	139
Tableau 16 : Décomposition des coûts de transport. ....	143
Tableau 17 : Les principales conventions et réglementations internationales en matière de transport maritime. ....	175
Tableau 18 : Prix de navires neufs pour certaines années. ....	178
Tableau 19 : Montant de l'aide à l'investissement. ....	244
Tableau 20 : Caractéristiques techniques du Karvor. ....	246
Tableau 21 : Karvor, convoi poussé et navire <i>feeder</i> éléments de comparaison. ....	248

# **ANNEXES.**

## Liste des annexes :

ANNEXE 1 : Représentation d'une cale fluvio-maritime .....	287
ANNEXE 2 : Caractéristiques d'un navire fluvio-maritime évoluant régulièrement sur le bassin Rhône-Saône.....	288
ANNEXE 3 : Réglementation des opérations de chargement / déchargement dans les ports maritimes français. ....	289
ANNEXE 4 : Fluvio-maritime, coupure de presse.....	290
ANNEXE 5 : Recensement des accidents fluvio-maritimes entre 1999 et 2003 sur le bassin Rhône-Saône.....	292
ANNEXE 6 : Le projet IBERLIM. ....	297
ANNEXE 7 : Modalités de calculs de la taxe maritime.....	315
ANNEXE 8 : Aides financières, tableaux d'amortissement d'un fluvio-maritime. ....	317
ANNEXE 9 : Fluvio-côtier arrêtés ministériels autorisant une exploitation par la voie Nord pour la desserte de port 2000.....	327
ANNEXE 10 : Fluvio-maritime et transport de marchandises dangereuses sur la Volga.....	352

## ANNEXE 1 : Représentation d'une cale fluvio-maritime



### **dimension moyenne d'une cale :**

≈ 80 mètres de long

≈ 9 mètres de large

≈ 6 mètres de creux

## ANNEXE 2 : Caractéristiques d'un navire fluvio-maritime évoluant régulièrement sur le bassin Rhône-Saône.

Source : <http://amg-services.com/> et <http://www.ships-register.com/>



navire : NATISSA

Gearless Box Singledecker - Sea-River Type

Année de construction :

1995

Longueur x largeur x tirant d'eau :

81,60 m x 11,30 m x 3,72 m

Volume :

100.168 pieds-cubes.

Capacités :

environ 1.500 tonnes.

Creux sur quille :

5,33 m

dimension de la cale (Longueur x largeur x tirant d'eau) :

49,80 m x 8,90 m x 6,40 m

Steelfloored - Malta flag

Class RINA - Call sign 9HYZ8



## **ANNEXE 3 : Réglementation des opérations de chargement / déchargement dans les ports maritimes français.**

### **CODE DES PORTS MARITIMES**

(Décret n° 92-1130 du 12 octobre 1992 art. 1 II Journal Officiel du 13 octobre 1992)

« En application du dernier alinéa de l'article L. 511-2, dans les ports figurant sur la liste prévue à l'article L. 511-1, les opérations de chargement et de déchargement des navires et des bateaux aux postes publics sont, sous les réserves indiquées à l'alinéa ci-après, effectuées par des ouvriers dockers appartenant à l'une des catégories définies à l'article L. 511-2. Il en est de même des opérations effectuées dans des lieux à usage public (terre-pleins, hangars ou entrepôts) situés à l'intérieur des limites du domaine public maritime, et portant sur des marchandises en provenance ou à destination de la voie maritime.

Par dérogation aux dispositions qui précèdent, peuvent être effectuées, sans avoir recours à la main-d'oeuvre des ouvriers dockers, les opérations suivantes : déchargement ou chargement du matériel de bord des navires et des bateaux et avitaillement de ceux-ci, déchargement ou chargement des bateaux fluviaux par les moyens du bord ou par le propriétaire de la marchandise au moyen des personnels de son entreprise, manutentions liées à un chantier de travaux publics sur le port considéré, reprise sur terre-pleins ou sous hangars et chargement sur wagons ou camions par le personnel du propriétaire de la marchandise, déchargement du poisson des navires et bateaux de pêche par l'équipage ou le personnel de l'armateur. »

## **ANNEXE 4 : Fluvio-maritime, coupure de presse.**

### **Des marins échoués et sans argent à Montélimar.**

Article paru dans l'édition du Monde le 29-11-2006.

Six marins, trois matelots birmans et trois officiers russes, sont bloqués sans ressources devant un quai du Rhône à hauteur de Montélimar (Drôme) depuis le 1er novembre. Leur navire fluvio-maritime, l'Ace-1, battant pavillon de complaisance d'un État des Caraïbes, Saint-Vincent-et-les-Grenadines, a connu une panne totale de moteur tandis qu'il transportait du sel entre la Sardaigne et Châlon-sur-Saône (Saône et Loire). Selon le capitaine russe, Vladimir Sosnovitch, qui s'exprime dans un mauvais anglais, l'armateur, Cardinal Shipping basé à Monaco, "fait tout ce qu'il peut, mais il y a des discussions avec les assurances, c'est long et difficile".

La réparation de l'avarie, "très grave" ne peut être effectuée qu'après un remorquage jusqu'à Port-Saint-Louis-du-Rhône (Bouches-du-Rhône), à l'embouchure du grand fleuve : le port de Montélimar, constitué d'un quai sommaire ne dispose d'aucun équipement.

L'accident a surtout révélé que les marins, qui ont appelé à leur secours le représentant du syndicat ITF (Fédération internationale des ouvriers du transport), n'étaient pas payés depuis des mois. Selon les calculs d'Yves Reynaud, l'inspecteur ITF basé à Marseille, l'armateur doit "92 000 dollars (70 000 euros) en retards de paiement à son équipage. Les matelots n'étaient payés - quand ils l'étaient - que 300 dollars par mois, alors qu'ils auraient dû en recevoir 1.500. Et les salaires des officiers étaient eux aussi inférieurs à la convention dont ils dépendent". Depuis la panne, les marins ne disposent plus que de 5 euros par jour. Pas question donc de rentrer chez eux, et pas d'autre sortie possible que le ravitaillement au supermarché. Le Seamen's Club de Port-de-Bouc (Bouches-du-Rhône) devrait leur faire parvenir des cartes de téléphone afin qu'ils puissent parler à leurs familles.

La situation de ces marins abandonnés est encore aggravée par une ambiance déplorable à bord. Le capitaine, qui défend les intérêts de l'armateur en même temps qu'il s'en plaint, s'en prend sans cesse aux trois marins birmans qu'il accuse d'incompétence ou de lui "faire une cuisine qui (le) rend malade".

Il les accuse aussi de mentir sur les sommes qu'ils auraient perçues dans les dernières semaines. Les trois marins, embauchés par une société d'intérim polonaise, ripostent par la voix de leur porte-parole, le cuisinier : "Nous sommes des salariés, notre propriétaire doit payer les salaires." Dans les entrailles du bateau le sel, qui aurait dû être débarqué depuis des semaines, attaque la coque.

Les négociations avec l'armateur, commencées par M. Reynaud, jeudi 23 novembre, par fax et par téléphone, sont au point mort. Le syndicaliste envisage donc de demander au tribunal de commerce la saisie conservatoire du navire "pour se garantir sur le bien si les salaires ne sont pas versés".

Michel Samson

Article paru dans l'édition du Monde le 29.11.06

**ANNEXE 5 : Recensement des accidents fluvio-maritimes entre 1999 et 2003 sur le bassin Rhône-Saône.**

<b>Date / Navire</b>	<b>Lieu</b>	<b>Cause / Conséquence</b>
<i>1999</i>		
<i>25/03/1999 Medwin – Silex</i>	Rhône, PK ?	En limite PHEN <sup>51</sup> quasi-abordage pas d'interprète sur le fluvio-maritime.
<i>11/06/1999 Fluvio-maritime</i>	Rhône, écluse de Port Saint Louis.	Heurt de passerelle dans l'écluse, dégâts au poteau et à la passerelle.
<i>07/12/1999 Medline - Lyonnais</i>	Rhône, PK 170.	Croisement dans le brouillard, pas de communication de la part du fluvio-maritime, délit de fuite. Dégâts importants sur le Lyonnais (bateau citerne vide)

---

<sup>51</sup> PHEN : Plus Hautes Eaux Navigables

<b>Date / Navire</b>	<b>Lieu</b>	<b>Cause / Conséquence</b>
<b>2000</b>		
06/02/2000 <i>Medbay</i>	Port de Valence.	Le navire a du jeter l'ancre précipitamment suite à une panne moteur, le pousseur <i>Silex</i> à la rescousse.
25/02/2000 <i>Nadja</i>	Écluse du Logis Neuf	Le navire a heurté la barrière de la rive droite et le mur guide
07/05/2000 <i>Désirée</i>	Pont de Thoirey.	Navire circulant à vive allure et générant une vague importante. Matériel de pêche emporté, et une fillette sur la berge recouverte par la vague.
26/05/2000 <i>Medwawe</i>	Écluse d'Avignon	Navire montant, choc à l'aval de l'écluse sur les deux murs de l'écluse. Génie civil endommagé avec détérioration de la signalisation lumineuse.
14/06/2000 <i>Multi Carrier</i>	Écluse de Logis Neuf	Navire en difficulté suite à une panne d'embrayage, le navire a du jeter l'ancre, navire échoué.
06/07/2000 <i>Multi Carrier</i>	Saône, PK 2	Navire remontant la Saône coincé sous le pont Kitchner, hauteur inférieure au tirant d'air du navire. Le pilote a du faire du lest.
24/07/2000 <i>Rachel</i>	Port Saint Louis	Le navire est entré en collision avec une balise, balise nord couchée sous le choc.
16/08/2000 <i>Medwawe</i>	Écluse de Gervans	Le navire a heurté la défense rive droite de l'écluse en entrant.
21/08/2000 <i>Marianne</i>	Écluse d'Avignon	Embarquement de passager dans le sas de l'écluse.
01/09/2000 <i>Natissa</i>	Écluse de Chateauneuf	de Navire échoué hors du chenal suite à une panne de moteur.
16/09/2000 <i>Medlink</i>	Écluse de Chateauneuf	de Le navire a touché le bord et fait un bond de 30 cm. Enfoncement du navire.
03/10/2000 <i>Sea Gypsy</i>	Écluse de Vaugris	Navire en difficulté suite à une panne de gouvernail.
04/10/2000 <i>Massilia – Griffioen</i>	Écluse de Gervans	Accrochage des deux navires lors de l'entrée dans le sas.
06/10/2000 <i>Multi Trader</i>	Écluse de Pierre Bénite	La coque arrière du navire touche le radier aval de l'écluse.
06/10/2000 <i>Lagik</i>	Rhône, PK 18, rive droite.	Navire échoué.
02/12/2000 <i>Marianne</i>	Saône, PK 500, Andance	Le navire avalant a heurté la balise rive droite. Voie d'eau dans un compartiment du ballast.

<b>Date / Navire</b>	<b>Lieu</b>	<b>Cause / Conséquence</b>
<b>2001</b>		
<i>21/01/2001 Kay L</i>	PK 213	Le mât du navire a arraché une ligne EDF de 20 KW.
<i>15/03/2001 Kay L</i>	Écluse de Barcarin	Le navire a heurté l'angle rive gauche de l'écluse, porte avant rive droite béton éclaté.
<i>23/06/2001 Laura</i>	Pont de Saint Romain des Îles	Navire engagé sous l'arche du pont rive droite non navigable. Ouvrage endommagé, rive droite coupée à la circulation, bordée avant encastrée.
<i>07/07/2001 Fluvio-maritime et bac</i>	Rhône, PK 317	Le fluvio-maritime a dû battre machine arrière pour éviter la collision.
<i>28/07/2001 Aquila</i>	Rhône, PK 279	Le pilote n'a pas vu la balise de haut fond, le navire s'est échoué sur un banc de sable.
<i>25/08/2001 Kay L</i>	Rhône, PK 180 chenal d'entrée Donzère Mondragon.	Accrochage sous le pont de la RD 59, dégâts cheminée, mât, radar, câbles EDF arrachés.
<i>04/09/2001 Marianne</i>	Sous le pont SNCF de Mâcon – Grièges	Le pilote dort, le navire racle le fond.
<i>19/09/2001 Fakland</i>	Sous le viaduc de Genève à Mâcon	Enfoncement avant bâbord.
<i>07/11/2001 Reest</i>	Rhône, PK 166 Avignon	Le navire a fortement touché le fond. La CNR a procédé à des profiles en travers tous les 2 mètres et n'a constaté aucun haut fond.

<b>Date / Navire</b>	<b>Lieu</b>	<b>Cause / Conséquence</b>
<b>2002</b>		
<i>12/01/2002 Navin</i>	Beaucaire.	Un fluvio-maritime échoué au seuil de Terrin.
<i>02/04/2002 Osterhusen</i>	Logis Neuf.	Le navire a touché le fond à 50 mètres environ en aval de l'écluse et environ une trentaine de mètre de la rive droite. Navire chargé de 1300 tonnes de bentonite, pollution signalée à Saint Vallier.
<i>05/04/2002 Laura</i>	Rhône, PK 215, bras du port de l'Ardoise.	Tirant d'eau limité à 3 mètres le navire a touché le fond.
<i>26/04/2002 Multi Carrier</i>	Rhône, PK 180.	Le navire a heurté le tablier du pont CD 59, câbles EDF à remplacer, timonerie endommagée.
<i>26/04/2002 Richard C</i>	Rhône, PK 180.	Câbles pendants sous le pont.
<i>27/04/2002 Captain Manolis</i>	Écluse de Port Saint Louis.	Le navire a percuté le quai rive gauche puis rive droite à l'aval, dégâts des défenses de l'écluse.
<i>30/04/2002 Multi Trader</i>	Rhône, PK ?	Recherche du cargo, suite à un accrochage des câbles sous le pont de Bollène.
<i>13/05/2002 Griffoen</i>	Rhône, Pierre Bénite	Une barque retournée et encastrée dans le bois suite au passage du navire.
<i>07/06/2002 Costas 5</i>	Écluse de Port Saint Louis	Le navire a endommagé la chaîne et les défenses de l'écluse.
<i>11/07/2002 Eva H</i>	Écluse de Vaugris	Le navire a percuté le mur amont rive gauche, béton détérioré, tôles abîmées, boulons de fixation sectionnés.
<i>05/09/2002 Munster</i>	Port Saint Louis	En sautant du navire pour prendre les amarres, le matelot s'est tordu la cheville et a failli tomber entre le quai et le navire.
<i>10/09/2002 Reest</i>	Arles, quai de la gare maritime.	Arrachage de 2 bollards (crue).

Date / Navire	Lieu	Cause / Conséquence
<b>2003</b>		
<i>10/03/2003</i> <i>Aristote</i>	Saône, Couzon.	Fluvio-maritime en panne à Couzon au Mont d'Or.
<i>05/07/2003</i> <i>Laura</i>	Logis Neuf	A hauteur du 3 <sup>ème</sup> duc d'albe en remontant une vingtaine de mètres, le <i>Laura</i> a touché.
<i>08/07/2003</i> <i>Kirsten</i>	Rhône, PK 278	Navire échoué.
<i>22/07/2003</i> <i>Reest</i>	Rhône, PK 224, viaduc SNCF d'Avignon, montante Villeneuve Avignon	Le navire a accroché le dessous du viaduc SNCF, la cabine de pilotage n'a pas été baissée assez rapidement.
<i>12/12/2003</i> <i>formation en convoi,</i> <i>navire Nurettin</i> <i>Kalkavan remorqué</i> <i>par le Provençal.</i>	Écluse de Port Saint Louis.	Lors de cette opération de remorquage (sens avalant Rhône – mer), le navire remorqué a heurté la défense d'angle de l'écluse et occasionné des dégâts aux feux de navigation et aux pierres du quai.

## **ANNEXE 6 : Le projet IBERLIM.**

Source : Présentation du Projet IBERLIM, Conférence Marco Polo, Nantes, 30 Novembre 2006.



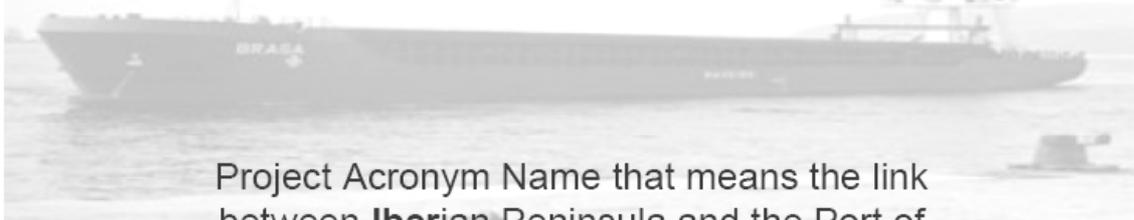
MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL



# Presentation of the IBERLIM Project



Project Acronym Name that means the link between Iberian Peninsula and the Port of Limay



NANTES – 30 November 2006



## MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



### NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL

#### Type of Project ( Brief description )

Starting point for the project was an existing flow of northbound paper cargoes from Portugal and Spain into the French market.

Recognizing the availability of the vessel's Paris Company **IRDS – International Rail, Road, River Distribution Services** representing the Portuguese and Spanish suppliers made the strategic choice to modal shift transport of the forest products cargo to be sent to Limay usually by road trucks with a lot of known limitations.

Having in mind the existence of vessel's discharging in Limay (Forest Products) – **Paris Port Services** in conjunction with French steel supplier realized the possibility of changing the flow of steel transport from truck to short sea vessel by using the same vessels.

Limay (close to Paris) due to its facilities (warehouses able to store paper products, and large quay able to store steel products) was the port chosen.

The suppliers of Forest Products are near Setúbal and F. Foz in Portugal, and Ribadeo in Spain. The receivers of steel products are near Setúbal (Portugal), and Sevilla (in Spain).

The Portuguese Shipping Company NAVEIRO – Transportes Marítimos has been selected to perform the transport by short sea shipping service. Specific characteristics of the portuguese shipping company are the outstanding, long-term experience with short sea shipping between Portugal and The North of Europe and Mediterranean, their unique ability to operate special vessels able to enter the small ports of Europe and their capacity to provide a weekly service.

The IBERLIM project aims to establish in 3 years time, an economically viable and sustainable short sea shipping service between the Iberian Peninsula via the Atlantic Arc to the- North Sea: This route, as it is identified by the EC as one of the "Motorways of the Sea" leading from Portugal and Spain via the Atlantic Arc to the North Sea bypassing the Pyrenees as a natural bottleneck.

This integrated intermodal option based on short sea shipping transport, provides a frequent high-quality alternative to road transport, which suffers from congestion and delays and causes environmental degradation and accidents. The goal of this project is linking three regions of Europe ( France – Portugal and Spain) through this intermodal option.



**MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project**



**NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL**

**Innovative features in comparison with the situation before**

The innovative features can be resumed as follows:

As it was expressed before the **IBERLIM** project consortium will build in 3 years time a sustainable and economically viable short sea shipping service between the ports of Limay, Sevilha, Setúbal, Figueira da Foz, Ribadeo and back to Limay.

Regarding the current situation, a lot of re-bars are transported by road from Paris to Portugal and Spain. The same situation occurs with the forest products from these countries to France.

The innovative action is the possibility of a vessel going directly to the Port of Limay bypassing the existing navigation limitations between Rouen and Limay. Rouen is the limit of the maritime navigation up to Paris. From here is inland waters up to Limay.

The inland waters from Rowen to Limay have the following limitation:

We have on river Seine the following locks:

- **AMFREVILLE**  
145 meters x 12 meters
- **GARENNES**  
185 meters x 12 meters
- **MERICOURT**  
185 meters x 12 meters

*(Maximum vessel width to pass the locks = 11,40 meters)*

*(Maximum vessel's draft to sail in inland waters of the Seine = 3,50 meters)*

*(Maximum vessel's air draft to sail in inland waters of the Seine = 8,50 meters - SUMMER and 6,00 meters - WINTER)*

*(Maximum speed in this part of the river = 6,5 miles/hour)*

*(The navigation in river Seine between Rouen and Limay only during day time - between 07:00 hours and 18:00 hours )*

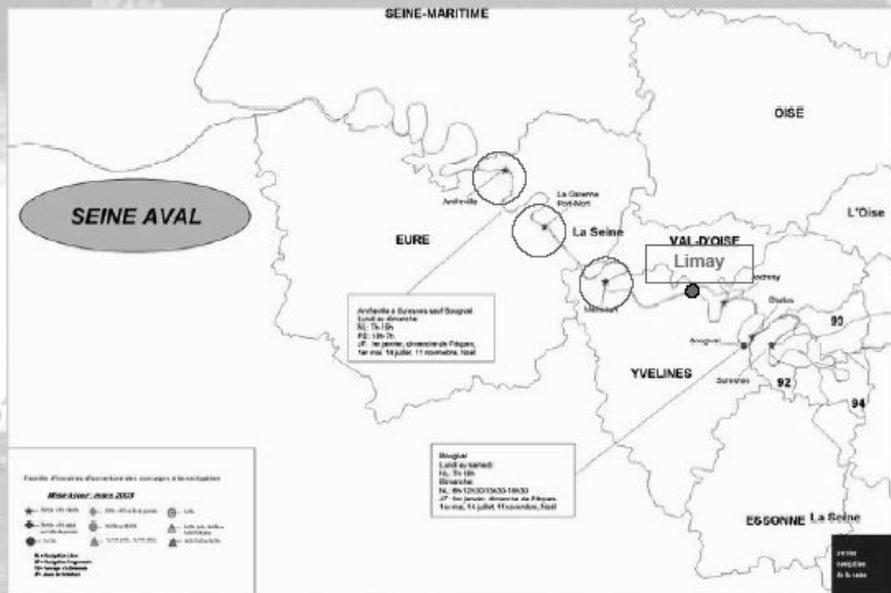
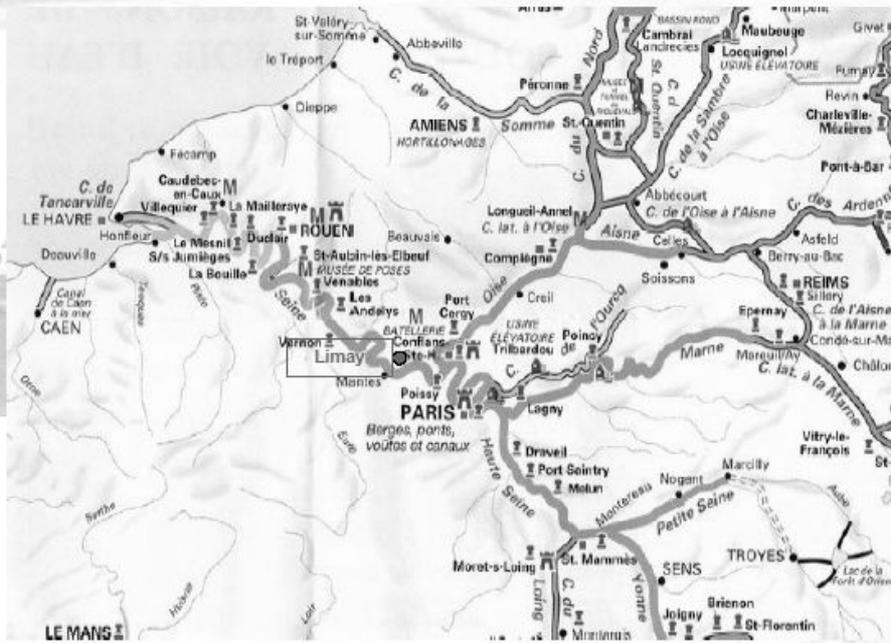


MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL

THE MAPS SHOWING LIMAY - THE RIVER SEINE and LOCKS





MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



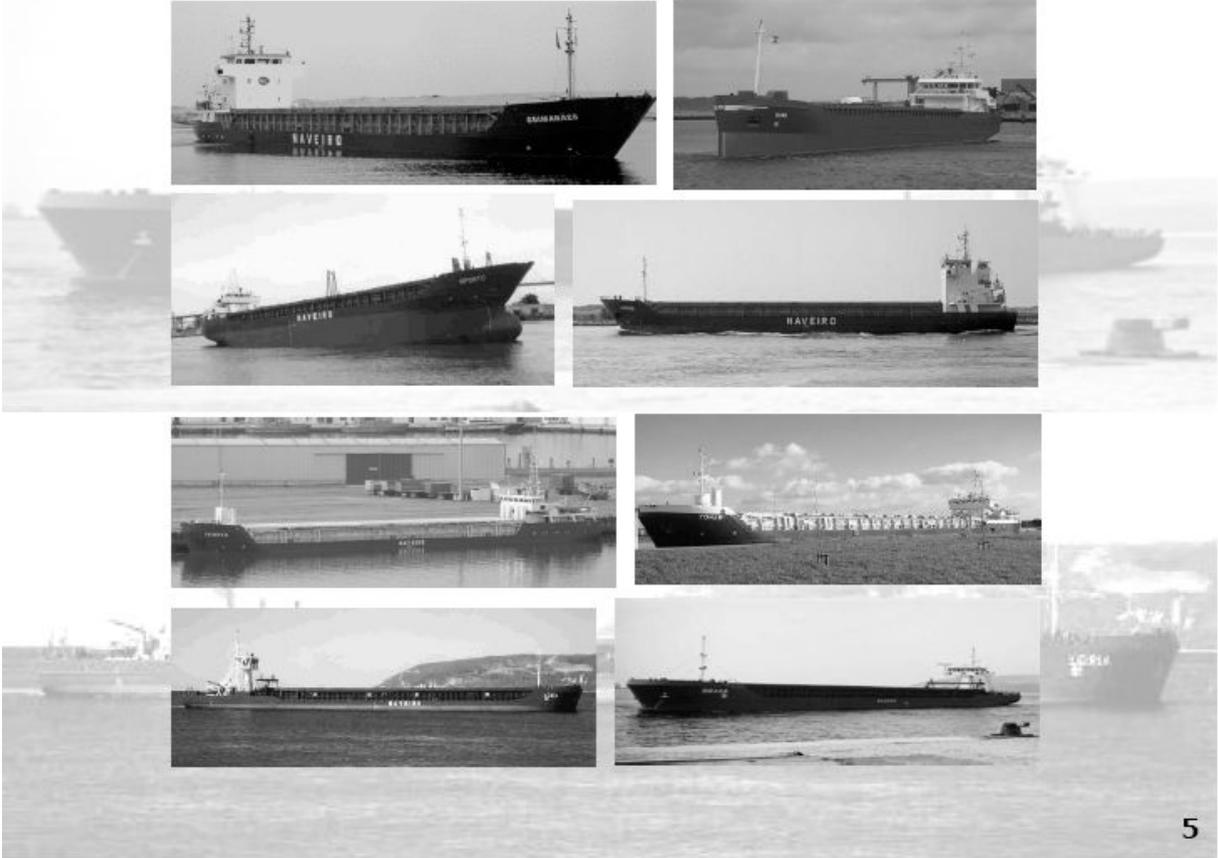
NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL

Innovative features in comparison with the situation before

Due to all limitations describe before and the additional costs arising from these a lot of suppliers prefer the road transport, because an inland barge connection is necessary regarding the remaining 82 kilometers. The port of Limay is currently not used by vessels due to all the limitations for navigation from Rouen to Limay;

In the new concept, Limay will be Logistical hub on French side of the route, Set úbal and Figueira da Foz will remain logistical hubs on the Portuguese side of the route. And Sevilla and Ribadeo logistical hubs in Spain.

The NAVEIRO vessels (2004), all of them using gasoil as combustibile wich is a very important topic, considering the environmental benefits provided by this fact...





MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL

The Vessels which are dedicated to this Project... BRAGA and LEIRIA



are prepared with an elevator bridge and rebatible foremast allowing the possibility to pass under the numerous bridges up to Limay.

The length and width of these vessel also allowed them to pass the three existing locks.

A first step in the **IBERLIM** project consequently was to solve these basic issues by using the **NAVEIRO** special vessels able to enter the port of Limay.

Regarding the draft limitations the vessel can't load full cargo so it is necessary to have cargo in both directions to make this project valuable. The vessel's cargo capacities due to the draft restrictions to navigation to and from Limay are reduced to 78 %

This new service must lead to a structural modal shift of cargo on these routes from road to short sea shipping service. Total transportation distance of this cargo flow following the current road transportation route is 8.650 km.



MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL

The "old" route

The IBERLIM project focuses on cargo flows traveling from Limay ( France ) to west coast of Portugal (Setubal) South Cost of Spain ( Sevilla ) and from Figueira da Foz, Setubal and Ribadeo (Spain) to Limay, . Important hubs in this route are, Limay (near Paris in France), Setubal (Portugal), Sevilha (Spain), Figueira da Foz (Portugal)and Ribadeo (Spain). From these hubs the products are transported by road trucks to end-users in France, Portugal and Spain.



The IBERLIM initiative is based on large cargo flows with high quality Reinforcing bars traveling southbound and large cargo flows with Forest Products northbound.

PPS southbound and IRDS northbound committed themselves to provide the project with this cargo currently or intending transported by trucks.

Transit link ( by Truck)	Distance ( kms)	Time ( 90 Kms/h )	Obs
(A) Limay - (C) Setubal	1.894	00 days 21 hours	Without stoppages
(A) Limay - (B) Seville	1.835	00 days 20 hours	Without stoppages
(C) Setubal - (A) Limay	1.894	00 days 21 hours	Without stoppages
(D) Fig. Foz - (A) Limay	1.700	00 days 20 hours	Without stoppages
(E) Ribadeo - (A) Limay	1.327	00 days 15 hours	Without stoppages

NOTE: The transit time is not considering the driver resting stoppages



MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL



**The "new" route**

Existing northbound road freight transport streams will be shifted towards short sea shipping. The new short sea shipping service is going to travel between the ports of Limay, Figueira da Foz, Setúbal, Sevilha and Ribadeo.

The new logistical concept uses almost the same hubs as the road transportation system uses: Limay (Paris), Figueira da Foz, Setúbal, Sevilha and Ribadeo. This means that not the entire logistical chain will be changed. The project only focuses on that part of the chain that has most impact: the long haul.

Transit link (byVessel)	Distance (kms)	Time ( 10,5 miles/h )	Obs
(A) Limay - (C) Setubal	1.961	04 days 04 hours	} Weekly service
(A) Limay - (B) Seville	2.301	05 days 05 hours	
(C) Setubal - (A) Limay	1.961	04 days 04 hours	
(D) Fig. Foz - (A) Limay	2.301	05 days 05 hours	
(E) Ribadeo - (A) Limay	1.293	02 days 18 hours	

NB: for this traffic we need to consider 24 hours for discharge/loading operations.



**MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project**



**NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL**

**Schedule**

The **IBERLIM** project has been defined with clear ambitions in mind. Realising these ambitions requires a complete set of activities that are strongly integrated and interlinked. The **IBERLIM** consisting of 3 phases, start already in March 2005 and will end in February 008. All the preparation of the project will be done up to the end of January 2005.



PERIODE	ACTIVITY	RESPONSIBLE PERSONS (COMPANY)
1 <sup>st</sup> Phase	<b><u>IBERLIM consortium ready</u></b> START OF OPERATION – MARCH 2005	Mr. Luis Pinheiro Chagas (NAVEIRO)
2 <sup>nd</sup> Phase	<b><u>Trial period (March 2005- May 2005)</u></b> Next step in the project was to start a trial period to test the new logistic concept. In the period March 2005- May 2005, a 7 days short sea shipping service between Limay-Paris and Setubal ( Portugal ) and Sevilla ( Spain ) will be established with usual special vessel (max draught 3,5 meters/ air draught 8,20 meters) able to enter the port of Limay. Main objective is to test the basic operation in relation to planning, quality, and back-up reality. The northbound cargo also will start in this phase of the project.	Mr. Luis Pinheiro Chagas (NAVEIRO)
3 <sup>rd</sup> Phase	<b><u>Pilot operation (June 2005-Feb.2008)</u></b> After the trial period a weekly short sea shipping service (2 ships in a 7 days schedule) will be established in this phase of the project as a direct connection, via inland shipping, with Limay (near Paris). INTERIM REPORT TO THE COMMISSION – SEPT 2006	Mr. Luis Pinheiro Chagas (NAVEIRO)
4 <sup>th</sup> Phase	<b><u>Evaluation and dissemination (Feb-Mar.2008)</u></b> After a viable and sustainable short sea shipping service has been established the knowledge and experiences generated in the project and will be communicated to other stakeholders in the European transportation system. One of the objectives is to stimulate other to start comparable	Mr. Luis Pinheiro Chagas (NAVEIRO)



**MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project**



**NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL**

**PROJECT OBJECTIVES**

**SOUTHBOUND TRAFFIC SHIFT FORECAST**

**Southbound cargo flows from Limay to Setúbal and Sevilla during year 2005**

Route	Cargo Flow Per Sail		Total Cargo Flows 2005		Distance (km) via old Route	Modal shift (tkm)
	Cargo(truck)	weight/truck	trucks	Cargo(tonnes)		
Limay - Setubal	81,25	24	880	21.125	1.894	40.010.750
Limay - Sevilla	81,25	24	948	22.750	1.835	41.746.250
	163		1828	43.875	TOTALS	81.757.000

**Southbound cargo flows from Limay to Setúbal and Sevilla during year 2006**

Route	Cargo Flow Per Sail		Total Cargo Flows 2006		Distance (km) via old Route	Modal shift (tkm)
	Cargo(truck)	weight/truck	trucks	Cargo(tonnes)		
Limay - Setubal	81,25	24	1706	40.950	1.894	77.559.300
Limay - Sevilla	81,25	24	1788	42.900	1.835	78.721.500
	163		3494	83.850	TOTALS	156.280.800

**Southbound cargo flows from Limay to Setúbal and Sevilla during year 2007**

Route	Cargo Flow Per Sail		Total Cargo Flows 2007		Distance (km) via old Route	Modal shift (tkm)
	Cargo(truck)	weight/truck	trucks	Cargo(tonnes)		
Limay - Setubal	81,25	24	1706	40.950	1.894	77.559.300
Limay - Sevilla	81,25	24	1788	42.900	1.835	78.721.500
	163		3494	83.850	TOTALS	156.280.800

**Southbound cargo flows from Limay to Setúbal and Sevilla during year 2008**

Port of Destination	Cargo Flow Per Sail		Total Cargo Flows 2008		Distance (km) via old Route	Modal shift (tkm)
	Cargo(truck)	weight/truck	trucks	Cargo(tonnes)		
Limay - Setubal	81,25	24	339	8.125	1.894	15.388.750
Limay - Sevilla	81,25	24	352	8.450	1.835	15.505.750
	163		691	16.575	TOTALS	30.894.500
<b>TOTAL</b>				<b>228.150</b>		<b>425.213.100</b>



**MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project**



**NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL**

**PROJECT OBJECTIVES**

**NORTHBOUND TRAFFIC SHIFT FORECAST**

**Northbound cargo flows from Figueira da Foz, Setúbal and Ribadeo to Limay during year 2005**

Port of Destination	Cargo Flow Per Sail		Total Cargo Flows 2005		Distance (km) via old Route	Modal shift (tkm)
	Cargo(truck)	Weight/truck	trucks	Cargo(tonnes)		
Setubal - Limay	81,25	24	813	19.500	1.894	36.933.000
Fig. Foz - Limay	81,25	24	609	14.625	1.700	24.862.500
Ribadeo - Limay	81,25	24	813	19.500	1.327	25.876.500
	244		2.234	53.625	TOTALS	87.672.000

**Northbound cargo flows from Figueira da Foz, Setúbal and Ribadeo to Limay during year 2006**

Port of Destination	Cargo Flow Per Sail		Total Cargo Flows 2006		Distance (km) via old Route	Modal shift (tkm)
	Cargo(truck)	weight/truck	trucks	Cargo(tonnes)		
Setubal - Limay	81,25	24	1056	23.400	1.894	44.319.600
Fig. Foz - Limay	81,25	24	1219	33.150	1.700	56.355.000
Ribadeo - Limay	81,25	24	1056	23.400	1.327	31.051.800
	244		3.331	79.950	TOTALS	131.726.400

**Northbound cargo flows from Figueira da Foz, Setúbal and Ribadeo to Limay during year 2007**

Port of Destination	Cargo Flow Per Sail		Total Cargo Flows 2007		Distance (km) via old Route	Modal shift (tkm)
	Cargo(truck)	weight/truck	trucks	Cargo(tonnes)		
Setubal - Limay	81,25	24	1056	23.400	1.894	44.319.600
Fig. Foz - Limay	81,25	24	1219	33.150	1.700	56.355.000
Ribadeo - Limay	81,25	24	1056	23.400	1.327	31.051.800
	244		3.331	79.950	TOTALS	131.726.400

**Northbound cargo flows from Figueira da Foz, Setúbal and Ribadeo to Limay during year 2008**

Port of Destination	Cargo Flow Per Sail		Total Cargo Flows 2008		Distance (km) via old Route	Modal shift (tkm)
	Cargo(truck)	weight/truck	trucks	Cargo(tonnes)		
Setubal - Limay	81,25	24	163	3.900	1.894	7.386.600
Fig. Foz - Limay	81,25	24	284	6.825	1.700	11.602.500
Ribadeo - Limay	81,25	24	163	3.900	1.327	5.175.300
	244		609	14.625	TOTALS	24.164.400
<b>TOTAL</b>				<b>228.150</b>		<b>374.591.100</b>

NOTE: LOADPORT MAY BE ALTERED DEPENDING ON CARGO AVAILABILITY



MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL

TOTAL TRAFFIC SHIFT FORECAST

Totals	W (tonnes)	Fold (tkm)	Fnew (tkm)
Southbound	228.150	425.213.100	487.182.150
Northbound	228.150	375.289.200	377.693.550
Totals	456.300	800.502.300	864.875.700

Environmental Benefits

Important advantages of the new short sea shipping solution compared to current road transport solutions are the possibility of bypassing the natural barrier of the Pyrenees and avoiding the overcrowded highways in Spain, France and Portugal. Shifting cargo flows from road to short sea shipping will reduce road congestion problems in Europe, improve the environmental performance of the entire EU freight transportation system and contributes to the building of an efficient and sustainable transport system in Europe. Short sea shipping is safer than road transport and the logistical planning is much better because of the absence of congestion problems.

Calculation of environmental Benefits

$C_{new} (SSS)$	$=$	$0,009 \times 827.459.100$	$=$	$7.447.132$
$C_{new} (IW)$	$=$	$0,010 \times 37.416.600$	$=$	$374.166$
$C_{new}$	$=$			$7.821.298$
Cold	$=$	$0,035 \times 800.502.300$	$=$	$28.017.581$
B	$=$	Cold - $C_{new}$	$=$	$20.196.283$

Hence, the environmental (& social) benefit for this modal shift action is 20,2 million Euros.



MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



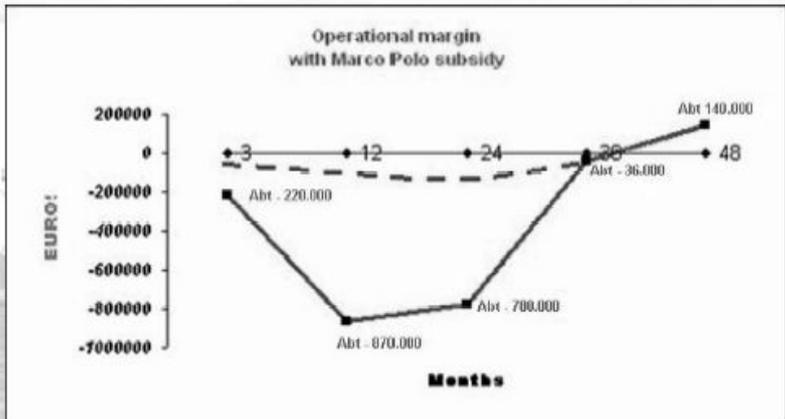
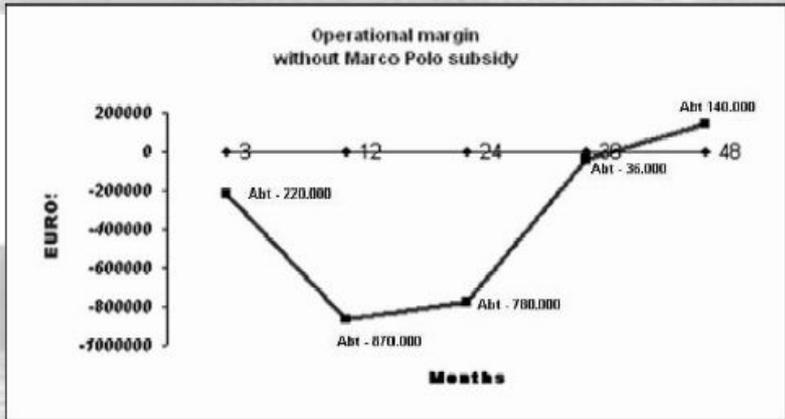
NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL

Project objectives relating to innovation

This item is more applicable for **Catalyst Action**. As **Modal Shift Action** this action will focus the shifting as much freight as possible under the current market conditions from road to Short Sea Shipping.

Although, as described before, even as a **Modal shift Action**, the IBERLIM project as the innovation of the introduction a special type of vessels prepared with a special elevator bridge allowing the possibility of navigation in river Seine and to pass under the numerous bridges from Rouen up to Limay. This situation will avoid shifting of cargo transported by barge from Limay to Rouen and the extra costs resulting from this situation.

Time table for viability of project





MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



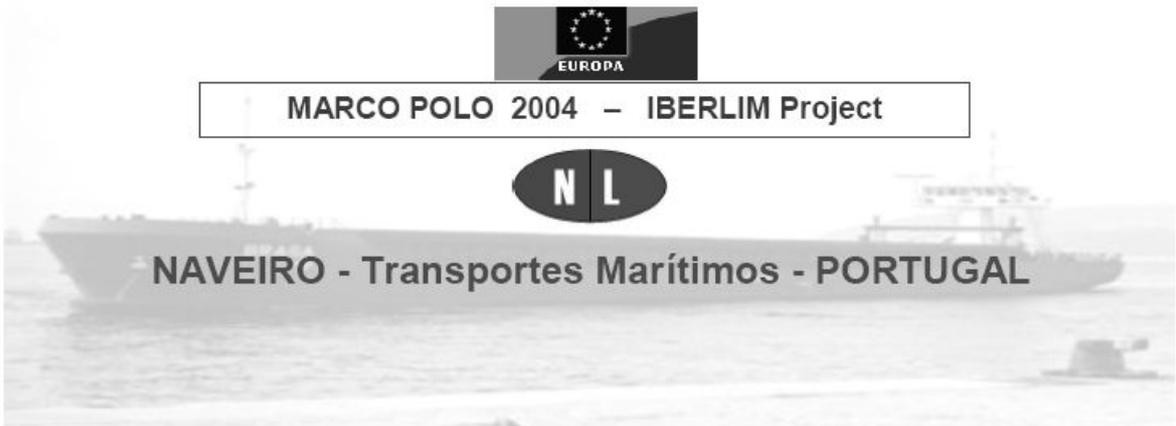
NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL

Deliverables

PHASE 1	DELIVRABLES	DATE
1.1	IBERLIM Consortium ready	15 January 2005
1.2	Logistical concept ready	15 February 2005
1.3	New contacts with cargo suppliers	15 February 2005
PHASE 2	DELIVRABLES	DATE
2.1	New contacts with cargo suppliers	21 February 2005
2.1	2 vessels ready for operation at NAVEIRO	1 March 2005
2.2	Start up intermodal service between Portugal and Limay	1 March 2005
2.3	10 sails between Limay - Portugal 10 sails between Portugal/Spain - Limay	30 May 2005
Weekly service		
PHASE 3	DELIVRABLES	DATE
3.1	26 Sails between Limay - Setubal 28 Sails between Limay - Sevilha 17 Sails between Setubal - Limay 20 Sails between Figueira Foz - Limay 16 Sails Between Ribadeo - Limay	30 September 2006
Weekly service		
3.2	New contacts with cargo suppliers	30 September 2006
3.3	Progress report and costs statements	30 September 2006
3.4	26 Sails between Limay - Setubal 27 Sails between Limay - Sevilha 17 Sails between Setubal - Limay 21 Sails between Figueira Foz - Limay 16 Sails Between Ribadeo - Limay	1 March 2008
Weekly service		
PHASE 4	DELIVRABLES	DATE
4.2	Progress Presentation	1 March 2008
4.2	Final Report	1 March 2008
4.3	Sustainable SSS service available	1 March 2008
	Shift 800.502.300 tkm	



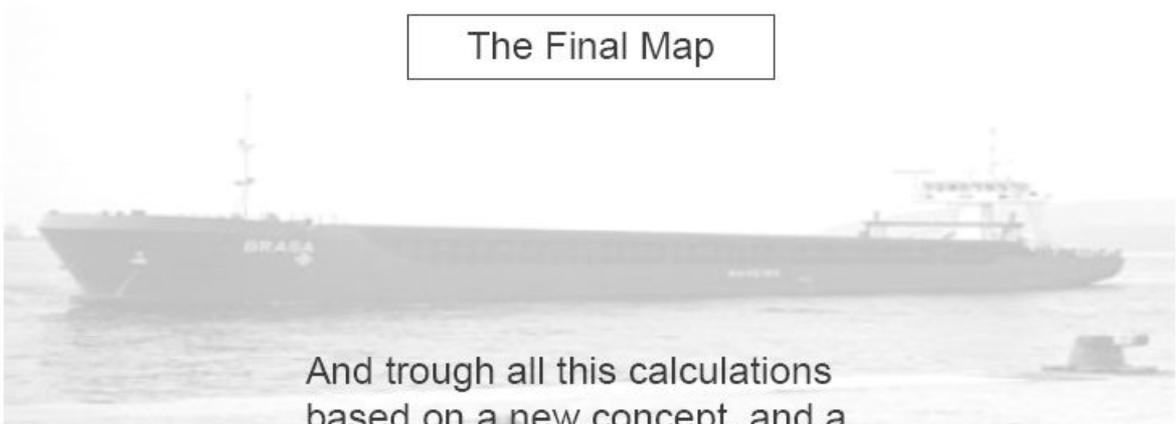
MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



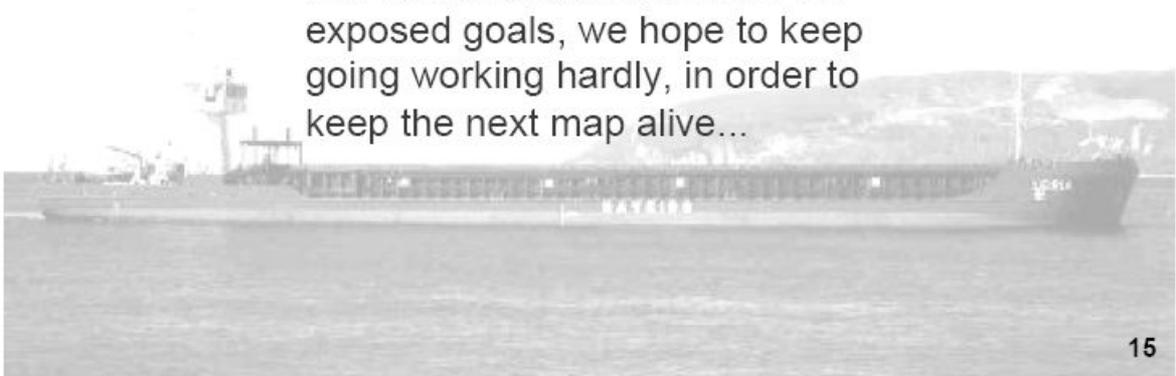
NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL



The Final Map



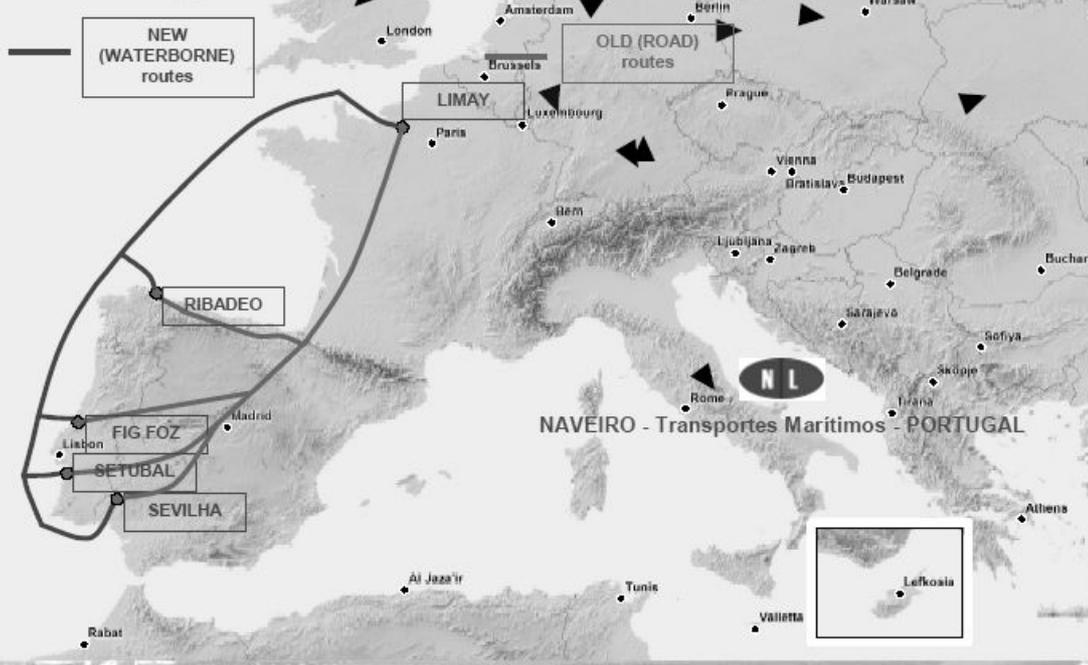
And trough all this calculations based on a new concept, and a firm commitment to achieve the exposed goals, we hope to keep going working hardly, in order to keep the next map alive...



**MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project**  
Project made in Portugal



**NAVEIRO**  
Marco Polo  
Project  
Modal Shifting  
2004



— Road routes  
— NEW Waterborne routes

IBERLIM Project  
Including a map of the Motorways of the Sea 2004



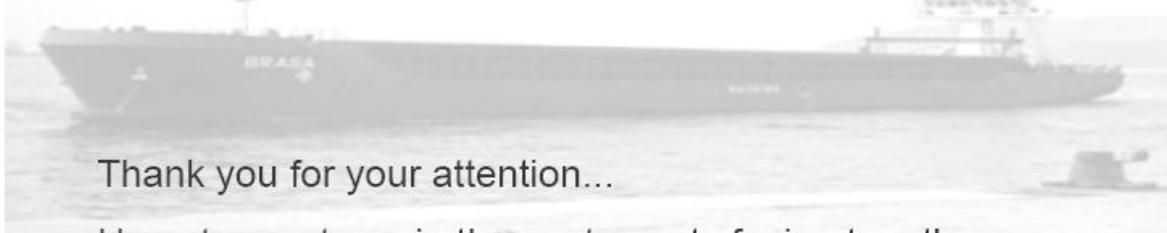
MARCO POLO 2004 – IBERLIM Project



NAVEIRO - Transportes Marítimos - PORTUGAL



## Presentation of the IBERLIM Project



Thank you for your attention...

Hope to meet you in the next events facing together  
sucessefull projects...

All the best to the people working for the sucess of The  
Marco Polo Programme...God Bless You...



The END

17

## **ANNEXE 7 : Modalités de calculs de la taxe maritime.**

Source : Tarifs des droits de port et de la taxe maritime 2004 ; Port Autonome de Marseille.

### **TAXE MARITIME**

#### **Article 1 : Assujettissement**

Par application des dispositions du décret 69-114 du 27 Janvier 1969, modifié par les décrets 70-1143 du

1er Décembre 1970 et 79-281 du 2 Avril 1979, un droit de port (taxe maritime) est perçu sur tout navire de commerce traversant, dans un sens ou dans l'autre, les installations du Port Autonome de Marseille, pour accéder au réseau de navigation fluviale, via l'écluse de Port-Saint-Louis-du-Rhône ou l'écluse de Barcarin.

#### **Article 2 : Taux**

1° La taxe maritime est déterminée en fonction du volume géométrique du navire, calculé comme indiqué à l'article R.\* 212-3 du Code des Ports Maritimes <sup>(1)</sup>, par application des taux figurant au tableau ci-après, en euros, par mètre cube (ou fraction de mètre cube).

2° Les genres de navigation sont déterminés conformément aux arrêtés des 24 Avril 1942 et 29 Novembre 1949 du Secrétaire d'Etat à la Marine Marchande.

3° Le minimum de perception est fixé à 144€.

Le seuil de perception est fixé à 72€.

---

<sup>1</sup> Le volume du navire est établi par la formule :  $V = L \times b \times T_e$  dans laquelle V est exprimé en mètres cubes.

L, b,  $T_e$  représentent respectivement la longueur hors tout du navire, sa largeur maximale et son tirant d'eau maximal d'été et sont exprimés en mètres et décimètres.

La valeur du tirant d'eau maximal du navire, prise en compte pour l'application de la formule ci-dessus ne peut en aucun cas être inférieure à une valeur théorique égale à  $0,14 \times \sqrt{L \times b}$

L et b étant la longueur hors tout et la largeur maximale du navire.

## ENSEMBLE DES BASSINS

TYPE DE NAVIRES	MODE DE NAVIGATION	
	ENTREE	SORTIE
01/02 Navires à passagers et transbordeurs	0,0406	0,0406
3 Navires transportant des hydrocarbures liquides	0,0906	0,0906
4 Navires transportant des gaz liquéfiés	0,0906	0,0906
5 Navires transportant principalement des marchandises liquides en vrac autres qu'hydrocarbures	0,0906	0,0906
6 Navires transportant des marchandises solides en vrac	0,1188	0,1188
7 Navires réfrigérés ou polythermes	0,0844	0,0844
8 Navires de charges à manutention horizontale	0,0531	0,0531
09/10 Navires porte-conteneurs et porte-barges	0,0531	0,0531
11/12 Aéroglisseurs et hydroglisseurs	0,0406	0,0406
13 Navires autres que ceux désignés ci-dessus	0,1125	0,1125

### Article 3 : Réductions en fonction de la fréquence des traversées

Pour les navires des lignes régulières mises à la disposition du public, selon un itinéraire et un horaire fixés à l'avance, les taux de la redevance maritime font l'objet des réductions suivantes en fonction du nombre de fois où la ligne remonte le fleuve au cours de l'année civile :

Du premier au douzième passage inclus	0 %
Du treizième au vingt-cinquième passage inclus	15 %
Du vingt-sixième au cinquantième passage inclus	30 %
Au-delà du cinquantième passage	45 %

### Article 4 : Exonérations

La redevance maritime n'est pas due pour les navires affectés au pilotage, au remorquage et au sauvetage, ainsi que pour les bâtiments de servitude, les navires sur lest et les navires assurant les liaisons de caractère local, au sens de l'article R.\* 212-9 du Code des Ports Maritimes.

### Article 5 : Entrée en vigueur

Le présent tarif entrera en vigueur le 1er Janvier 2004.

## ANNEXE 8 : Aides financières, tableaux d'amortissement d'un fluvio-maritime.

### Tableaux d'amortissement sans aide financière :

<i>N</i> (nb périodes)	<i>Coût total d'achat du navire</i>
15	3 600 000 €

Amortissement :	<i>i</i> (tx intérêt)	<i>participation en %</i>	<i>participation en €</i>
<i>emprunt bancaire</i>	5%	40%	1 440 000 €
<i>fonds propre</i>	10%	60%	2 160 000 €
<i>aide financière</i>	0%	0%	- €
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>	<b>3 600 000 €</b>

### Amortissement de l'emprunt bancaire soit 1.440.000 €.

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	1 440 000 €	138 733 €	72 000 €	66 733 €	1 373 267 €
2	1 373 267 €	138 733 €	68 663 €	70 070 €	1 303 198 €
3	1 303 198 €	138 733 €	65 160 €	73 573 €	1 229 625 €
4	1 229 625 €	138 733 €	61 481 €	77 252 €	1 152 373 €
5	1 152 373 €	138 733 €	57 619 €	81 114 €	1 071 259 €
6	1 071 259 €	138 733 €	53 563 €	85 170 €	986 089 €
7	986 089 €	138 733 €	49 304 €	89 428 €	896 660 €
8	896 660 €	138 733 €	44 833 €	93 900 €	802 760 €
9	802 760 €	138 733 €	40 138 €	98 595 €	704 165 €
10	704 165 €	138 733 €	35 208 €	103 525 €	600 641 €
11	600 641 €	138 733 €	30 032 €	108 701 €	491 940 €
12	491 940 €	138 733 €	24 597 €	114 136 €	377 804 €
13	377 804 €	138 733 €	18 890 €	119 843 €	257 961 €
14	257 961 €	138 733 €	12 898 €	125 835 €	132 127 €
15	132 127 €	138 733 €	6 606 €	132 127 €	0 €

**Amortissement des fonds propres soit 2.160.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	2 160 000 €	283 983 €	216 000 €	67 983 €	2 092 017 €
2	2 092 017 €	283 983 €	209 202 €	74 782 €	2 017 235 €
3	2 017 235 €	283 983 €	201 723 €	82 260 €	1 934 975 €
4	1 934 975 €	283 983 €	193 498 €	90 486 €	1 844 489 €
5	1 844 489 €	283 983 €	184 449 €	99 534 €	1 744 955 €
6	1 744 955 €	283 983 €	174 495 €	109 488 €	1 635 467 €
7	1 635 467 €	283 983 €	163 547 €	120 437 €	1 515 030 €
8	1 515 030 €	283 983 €	151 503 €	132 480 €	1 382 550 €
9	1 382 550 €	283 983 €	138 255 €	145 728 €	1 236 822 €
10	1 236 822 €	283 983 €	123 682 €	160 301 €	1 076 520 €
11	1 076 520 €	283 983 €	107 652 €	176 331 €	900 189 €
12	900 189 €	283 983 €	90 019 €	193 964 €	706 225 €
13	706 225 €	283 983 €	70 622 €	213 361 €	492 864 €
14	492 864 €	283 983 €	49 286 €	234 697 €	258 167 €
15	258 167 €	283 983 €	25 817 €	258 167 €	0 €

**Amortissement total du navire sans aide financière.**

Période	Capital initial	Annuité	dont frais financiers (intérêts et dividendes)	dont remboursement	Capital final
1	3 600 000 €	422 716 €	288 000 €	134 716 €	3 465 284 €
2	3 465 284 €	422 716 €	277 865 €	144 851 €	3 320 433 €
3	3 320 433 €	422 716 €	266 883 €	155 833 €	3 164 600 €
4	3 164 600 €	422 716 €	254 979 €	167 738 €	2 996 862 €
5	2 996 862 €	422 716 €	242 068 €	180 649 €	2 816 213 €
6	2 816 213 €	422 716 €	228 058 €	194 658 €	2 621 556 €
7	2 621 556 €	422 716 €	212 851 €	209 865 €	2 411 690 €
8	2 411 690 €	422 716 €	196 336 €	226 380 €	2 185 310 €
9	2 185 310 €	422 716 €	178 393 €	244 323 €	1 940 987 €
10	1 940 987 €	422 716 €	158 890 €	263 826 €	1 677 161 €
11	1 677 161 €	422 716 €	137 684 €	285 032 €	1 392 129 €
12	1 392 129 €	422 716 €	114 616 €	308 100 €	1 084 029 €
13	1 084 029 €	422 716 €	89 513 €	333 204 €	750 825 €
14	750 825 €	422 716 €	62 184 €	360 532 €	390 293 €
15	390 293 €	422 716 €	32 423 €	390 293 €	0 €

**Tableaux pour une aide à hauteur de 5% :**

<b>N (nb périodes)</b>	<b>Coût total d'achat du navire</b>
<b>15</b>	<b>3 600 000 €</b>

Amortissement :	<i>i</i> (tx intérêt)	<i>participation en %</i>	<i>participation en €</i>
<b>emprunt bancaire</b>	5%	40%	1 440 000 €
<b>fonds propre</b>	10%	55%	1 980 000 €
<b>aide financière</b>	0%	5%	180 000 €
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>	<b>3 600 000 €</b>

**Amortissement de l'emprunt bancaire soit 1.440.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	1 440 000 €	138 733 €	72 000 €	66 733 €	1 373 267 €
2	1 373 267 €	138 733 €	68 663 €	70 070 €	1 303 198 €
3	1 303 198 €	138 733 €	65 160 €	73 573 €	1 229 625 €
4	1 229 625 €	138 733 €	61 481 €	77 252 €	1 152 373 €
5	1 152 373 €	138 733 €	57 619 €	81 114 €	1 071 259 €
6	1 071 259 €	138 733 €	53 563 €	85 170 €	986 089 €
7	986 089 €	138 733 €	49 304 €	89 428 €	896 660 €
8	896 660 €	138 733 €	44 833 €	93 900 €	802 760 €
9	802 760 €	138 733 €	40 138 €	98 595 €	704 165 €
10	704 165 €	138 733 €	35 208 €	103 525 €	600 641 €
11	600 641 €	138 733 €	30 032 €	108 701 €	491 940 €
12	491 940 €	138 733 €	24 597 €	114 136 €	377 804 €
13	377 804 €	138 733 €	18 890 €	119 843 €	257 961 €
14	257 961 €	138 733 €	12 898 €	125 835 €	132 127 €
15	132 127 €	138 733 €	6 606 €	132 127 €	0 €

**Amortissement des fonds propres soit 1.980.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	1 980 000 €	260 318 €	198 000 €	62 318 €	1 917 682 €
2	1 917 682 €	260 318 €	191 768 €	68 550 €	1 849 132 €
3	1 849 132 €	260 318 €	184 913 €	75 405 €	1 773 727 €
4	1 773 727 €	260 318 €	177 373 €	82 945 €	1 690 782 €
5	1 690 782 €	260 318 €	169 078 €	91 240 €	1 599 542 €
6	1 599 542 €	260 318 €	159 954 €	100 364 €	1 499 178 €
7	1 499 178 €	260 318 €	149 918 €	110 400 €	1 388 778 €
8	1 388 778 €	260 318 €	138 878 €	121 440 €	1 267 337 €
9	1 267 337 €	260 318 €	126 734 €	133 584 €	1 133 753 €
10	1 133 753 €	260 318 €	113 375 €	146 943 €	986 810 €
11	986 810 €	260 318 €	98 681 €	161 637 €	825 173 €
12	825 173 €	260 318 €	82 517 €	177 801 €	647 373 €
13	647 373 €	260 318 €	64 737 €	195 581 €	451 792 €
14	451 792 €	260 318 €	45 179 €	215 139 €	236 653 €
15	236 653 €	260 318 €	23 665 €	236 653 €	0 €

**Amortissement de l'aide financière soit 720.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	180 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	168 000 €
2	168 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	156 000 €
3	156 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	144 000 €
4	144 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	132 000 €
5	132 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	120 000 €
6	120 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	108 000 €
7	108 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	96 000 €
8	96 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	84 000 €
9	84 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	72 000 €
10	72 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	60 000 €
11	60 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	48 000 €
12	48 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	36 000 €
13	36 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	24 000 €
14	24 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	12 000 €
15	12 000 €	12 000 €	- €	12 000 €	- €

**Amortissement total du navire avec une aide financière de 5%.**

Période	Capital initial	Annuité	dont frais financiers (intérêts et dividendes)	dont remboursement	Capital final
1	3 600 000 €	411 051 €	270 000 €	141 051 €	3 458 949 €
2	3 458 949 €	411 051 €	260 432 €	150 619 €	3 308 330 €
3	3 308 330 €	411 051 €	250 073 €	160 978 €	3 147 352 €
4	3 147 352 €	411 051 €	238 854 €	172 197 €	2 975 155 €
5	2 975 155 €	411 051 €	226 697 €	184 354 €	2 790 801 €
6	2 790 801 €	411 051 €	213 517 €	197 534 €	2 593 267 €
7	2 593 267 €	411 051 €	199 222 €	211 829 €	2 381 438 €
8	2 381 438 €	411 051 €	183 711 €	227 340 €	2 154 098 €
9	2 154 098 €	411 051 €	166 872 €	244 179 €	1 909 919 €
10	1 909 919 €	411 051 €	148 584 €	262 467 €	1 647 451 €
11	1 647 451 €	411 051 €	128 713 €	282 338 €	1 365 113 €
12	1 365 113 €	411 051 €	107 114 €	303 937 €	1 061 177 €
13	1 061 177 €	411 051 €	83 627 €	327 424 €	733 753 €
14	733 753 €	411 051 €	58 077 €	352 974 €	380 779 €
15	380 779 €	411 051 €	30 272 €	380 779 €	0 €

**Tableaux pour une aide à hauteur de 10% :**

<b>N (nb périodes)</b>	<b>Coût total d'achat du navire</b>
<b>15</b>	<b>3 600 000 €</b>

Amortissement :	<i>i</i> (tx intérêt)	<i>participation en %</i>	<i>participation en €</i>
<b>emprunt bancaire</b>	5%	40%	1 440 000 €
<b>fonds propre</b>	10%	50%	1 800 000 €
<b>aide financière</b>	0%	10%	360 000 €
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>	<b>3 600 000 €</b>

**Amortissement de l'emprunt bancaire soit 1.440.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	1 440 000 €	138 733 €	72 000 €	66 733 €	1 373 267 €
2	1 373 267 €	138 733 €	68 663 €	70 070 €	1 303 198 €
3	1 303 198 €	138 733 €	65 160 €	73 573 €	1 229 625 €
4	1 229 625 €	138 733 €	61 481 €	77 252 €	1 152 373 €
5	1 152 373 €	138 733 €	57 619 €	81 114 €	1 071 259 €
6	1 071 259 €	138 733 €	53 563 €	85 170 €	986 089 €
7	986 089 €	138 733 €	49 304 €	89 428 €	896 660 €
8	896 660 €	138 733 €	44 833 €	93 900 €	802 760 €
9	802 760 €	138 733 €	40 138 €	98 595 €	704 165 €
10	704 165 €	138 733 €	35 208 €	103 525 €	600 641 €
11	600 641 €	138 733 €	30 032 €	108 701 €	491 940 €
12	491 940 €	138 733 €	24 597 €	114 136 €	377 804 €
13	377 804 €	138 733 €	18 890 €	119 843 €	257 961 €
14	257 961 €	138 733 €	12 898 €	125 835 €	132 127 €
15	132 127 €	138 733 €	6 606 €	132 127 €	0 €

**Amortissement des fonds propres soit 1.800.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	1 800 000 €	236 653 €	180 000 €	56 653 €	1 743 347 €
2	1 743 347 €	236 653 €	174 335 €	62 318 €	1 681 029 €
3	1 681 029 €	236 653 €	168 103 €	68 550 €	1 612 479 €
4	1 612 479 €	236 653 €	161 248 €	75 405 €	1 537 074 €
5	1 537 074 €	236 653 €	153 707 €	82 945 €	1 454 129 €
6	1 454 129 €	236 653 €	145 413 €	91 240 €	1 362 889 €
7	1 362 889 €	236 653 €	136 289 €	100 364 €	1 262 525 €
8	1 262 525 €	236 653 €	126 253 €	110 400 €	1 152 125 €
9	1 152 125 €	236 653 €	115 212 €	121 440 €	1 030 685 €
10	1 030 685 €	236 653 €	103 068 €	133 584 €	897 100 €
11	897 100 €	236 653 €	89 710 €	146 943 €	750 158 €
12	750 158 €	236 653 €	75 016 €	161 637 €	588 520 €
13	588 520 €	236 653 €	58 852 €	177 801 €	410 720 €
14	410 720 €	236 653 €	41 072 €	195 581 €	215 139 €
15	215 139 €	236 653 €	21 514 €	215 139 €	0 €

**Amortissement de l'aide financière soit 360.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	360 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	336 000 €
2	336 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	312 000 €
3	312 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	288 000 €
4	288 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	264 000 €
5	264 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	240 000 €
6	240 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	216 000 €
7	216 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	192 000 €
8	192 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	168 000 €
9	168 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	144 000 €
10	144 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	120 000 €
11	120 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	96 000 €
12	96 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	72 000 €
13	72 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	48 000 €
14	48 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	24 000 €
15	24 000 €	24 000 €	- €	24 000 €	- €

**Amortissement total du navire avec une aide financière de 10%.**

Période	Capital initial	Annuité	dont frais financiers (intérêts et dividendes)	dont remboursement	Capital final
1	3 600 000 €	399 386 €	252 000 €	147 386 €	3 452 614 €
2	3 452 614 €	399 386 €	242 998 €	156 388 €	3 296 227 €
3	3 296 227 €	399 386 €	233 263 €	166 123 €	3 130 104 €
4	3 130 104 €	399 386 €	222 729 €	176 657 €	2 953 447 €
5	2 953 447 €	399 386 €	211 326 €	188 060 €	2 765 388 €
6	2 765 388 €	399 386 €	198 976 €	200 410 €	2 564 978 €
7	2 564 978 €	399 386 €	185 593 €	213 792 €	2 351 185 €
8	2 351 185 €	399 386 €	171 086 €	228 300 €	2 122 885 €
9	2 122 885 €	399 386 €	155 351 €	244 035 €	1 878 850 €
10	1 878 850 €	399 386 €	138 277 €	261 109 €	1 617 741 €
11	1 617 741 €	399 386 €	119 742 €	279 644 €	1 338 098 €
12	1 338 098 €	399 386 €	99 613 €	299 773 €	1 038 325 €
13	1 038 325 €	399 386 €	77 742 €	321 643 €	716 681 €
14	716 681 €	399 386 €	53 970 €	345 416 €	371 265 €
15	371 265 €	399 386 €	28 120 €	371 265 €	0 €

**Tableaux pour une aide à hauteur de 15% :**

<b>N (nb périodes)</b>	<b>Coût total d'achat du navire</b>
<b>15</b>	<b>3 600 000 €</b>

Amortissement :	<i>i</i> (tx intérêt)	<i>participation en %</i>	<i>participation en €</i>
<b>emprunt bancaire</b>	5%	40%	1 440 000 €
<b>fonds propre</b>	10%	45%	1 620 000 €
<b>aide financière</b>	0%	15%	540 000 €
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>	<b>3 600 000 €</b>

**Amortissement de l'emprunt bancaire soit 1.440.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	1 440 000 €	138 733 €	72 000 €	66 733 €	1 373 267 €
2	1 373 267 €	138 733 €	68 663 €	70 070 €	1 303 198 €
3	1 303 198 €	138 733 €	65 160 €	73 573 €	1 229 625 €
4	1 229 625 €	138 733 €	61 481 €	77 252 €	1 152 373 €
5	1 152 373 €	138 733 €	57 619 €	81 114 €	1 071 259 €
6	1 071 259 €	138 733 €	53 563 €	85 170 €	986 089 €
7	986 089 €	138 733 €	49 304 €	89 428 €	896 660 €
8	896 660 €	138 733 €	44 833 €	93 900 €	802 760 €
9	802 760 €	138 733 €	40 138 €	98 595 €	704 165 €
10	704 165 €	138 733 €	35 208 €	103 525 €	600 641 €
11	600 641 €	138 733 €	30 032 €	108 701 €	491 940 €
12	491 940 €	138 733 €	24 597 €	114 136 €	377 804 €
13	377 804 €	138 733 €	18 890 €	119 843 €	257 961 €
14	257 961 €	138 733 €	12 898 €	125 835 €	132 127 €
15	132 127 €	138 733 €	6 606 €	132 127 €	0 €

**Amortissement des fonds propres soit 1.620.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	1 620 000 €	212 988 €	162 000 €	50 988 €	1 569 012 €
2	1 569 012 €	212 988 €	156 901 €	56 086 €	1 512 926 €
3	1 512 926 €	212 988 €	151 293 €	61 695 €	1 451 231 €
4	1 451 231 €	212 988 €	145 123 €	67 864 €	1 383 367 €
5	1 383 367 €	212 988 €	138 337 €	74 651 €	1 308 716 €
6	1 308 716 €	212 988 €	130 872 €	82 116 €	1 226 600 €
7	1 226 600 €	212 988 €	122 660 €	90 327 €	1 136 273 €
8	1 136 273 €	212 988 €	113 627 €	99 360 €	1 036 912 €
9	1 036 912 €	212 988 €	103 691 €	109 296 €	927 616 €
10	927 616 €	212 988 €	92 762 €	120 226 €	807 390 €
11	807 390 €	212 988 €	80 739 €	132 248 €	675 142 €
12	675 142 €	212 988 €	67 514 €	145 473 €	529 668 €
13	529 668 €	212 988 €	52 967 €	160 021 €	369 648 €
14	369 648 €	212 988 €	36 965 €	176 023 €	193 625 €
15	193 625 €	212 988 €	19 363 €	193 625 €	0 €

**Amortissement de l'aide financière soit 540.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	540 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	504 000 €
2	504 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	468 000 €
3	468 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	432 000 €
4	432 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	396 000 €
5	396 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	360 000 €
6	360 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	324 000 €
7	324 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	288 000 €
8	288 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	252 000 €
9	252 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	216 000 €
10	216 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	180 000 €
11	180 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	144 000 €
12	144 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	108 000 €
13	108 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	72 000 €
14	72 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	36 000 €
15	36 000 €	36 000 €	- €	36 000 €	- €

**Amortissement total du navire avec une aide financière de 15%.**

Période	Capital initial	Annuité	dont frais financiers (intérêts et dividendes)	dont remboursement	Capital final
1	3 600 000 €	387 720 €	234 000 €	153 720 €	3 446 280 €
2	3 446 280 €	387 720 €	225 565 €	162 156 €	3 284 124 €
3	3 284 124 €	387 720 €	216 452 €	171 268 €	3 112 856 €
4	3 112 856 €	387 720 €	206 604 €	181 116 €	2 931 740 €
5	2 931 740 €	387 720 €	195 955 €	191 765 €	2 739 975 €
6	2 739 975 €	387 720 €	184 435 €	203 286 €	2 536 689 €
7	2 536 689 €	387 720 €	171 964 €	215 756 €	2 320 933 €
8	2 320 933 €	387 720 €	158 460 €	229 260 €	2 091 673 €
9	2 091 673 €	387 720 €	143 829 €	243 891 €	1 847 782 €
10	1 847 782 €	387 720 €	127 970 €	259 751 €	1 588 031 €
11	1 588 031 €	387 720 €	110 771 €	276 949 €	1 311 082 €
12	1 311 082 €	387 720 €	92 111 €	295 609 €	1 015 473 €
13	1 015 473 €	387 720 €	71 857 €	315 863 €	699 609 €
14	699 609 €	387 720 €	49 863 €	337 858 €	361 752 €
15	361 752 €	387 720 €	25 969 €	361 752 €	0 €

**Tableaux pour une aide à hauteur de 20% :**

<b>N (nb périodes)</b>	<b>Coût total d'achat du navire</b>
15	3 600 000 €

Amortissement :	<i>i</i> (tx intérêt)	<i>participation en %</i>	<i>participation en €</i>
<b>emprunt bancaire</b>	5%	40%	1 440 000 €
<b>fonds propre</b>	10%	40%	1 440 000 €
<b>aide financière</b>	0%	20%	720 000 €
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>	<b>3 600 000 €</b>

**Amortissement de l'emprunt bancaire soit 1.440.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	1 440 000 €	138 733 €	72 000 €	66 733 €	1 373 267 €
2	1 373 267 €	138 733 €	68 663 €	70 070 €	1 303 198 €
3	1 303 198 €	138 733 €	65 160 €	73 573 €	1 229 625 €
4	1 229 625 €	138 733 €	61 481 €	77 252 €	1 152 373 €
5	1 152 373 €	138 733 €	57 619 €	81 114 €	1 071 259 €
6	1 071 259 €	138 733 €	53 563 €	85 170 €	986 089 €
7	986 089 €	138 733 €	49 304 €	89 428 €	896 660 €
8	896 660 €	138 733 €	44 833 €	93 900 €	802 760 €
9	802 760 €	138 733 €	40 138 €	98 595 €	704 165 €
10	704 165 €	138 733 €	35 208 €	103 525 €	600 641 €
11	600 641 €	138 733 €	30 032 €	108 701 €	491 940 €
12	491 940 €	138 733 €	24 597 €	114 136 €	377 804 €
13	377 804 €	138 733 €	18 890 €	119 843 €	257 961 €
14	257 961 €	138 733 €	12 898 €	125 835 €	132 127 €
15	132 127 €	138 733 €	6 606 €	132 127 €	0 €

**Amortissement des fonds propres soit 1.440.000 €.**

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	1 440 000 €	189 322 €	144 000 €	45 322 €	1 394 678 €
2	1 394 678 €	189 322 €	139 468 €	49 854 €	1 344 823 €
3	1 344 823 €	189 322 €	134 482 €	54 840 €	1 289 983 €
4	1 289 983 €	189 322 €	128 998 €	60 324 €	1 229 659 €
5	1 229 659 €	189 322 €	122 966 €	66 356 €	1 163 303 €
6	1 163 303 €	189 322 €	116 330 €	72 992 €	1 090 311 €
7	1 090 311 €	189 322 €	109 031 €	80 291 €	1 010 020 €
8	1 010 020 €	189 322 €	101 002 €	88 320 €	921 700 €
9	921 700 €	189 322 €	92 170 €	97 152 €	824 548 €
10	824 548 €	189 322 €	82 455 €	106 867 €	717 680 €
11	717 680 €	189 322 €	71 768 €	117 554 €	600 126 €
12	600 126 €	189 322 €	60 013 €	129 310 €	470 816 €
13	470 816 €	189 322 €	47 082 €	142 241 €	328 576 €
14	328 576 €	189 322 €	32 858 €	156 465 €	172 111 €
15	172 111 €	189 322 €	17 211 €	172 111 €	0 €

### Amortissement de l'aide financière soit 720.000 €.

Période	Capital initial	Annuité	dont intérêts	dont remboursement	Capital final
1	720 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	672 000 €
2	672 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	624 000 €
3	624 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	576 000 €
4	576 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	528 000 €
5	528 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	480 000 €
6	480 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	432 000 €
7	432 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	384 000 €
8	384 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	336 000 €
9	336 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	288 000 €
10	288 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	240 000 €
11	240 000 €	48 000 €	- €	48 000 €	192 000 €
12					

### Amortissement total du navire avec une aide financière de 20%.

Période	Capital initial	Annuité	dont frais financiers (intérêts et dividendes)	dont remboursement	Capital final
1	3 600 000 €	376 055 €	216 000 €	160 055 €	3 439 945 €
2	3 439 945 €	376 055 €	208 131 €	167 924 €	3 272 021 €
3	3 272 021 €	376 055 €	199 642 €	176 413 €	3 095 608 €
4	3 095 608 €	376 055 €	190 480 €	185 576 €	2 910 032 €
5	2 910 032 €	376 055 €	180 585 €	195 471 €	2 714 562 €
6	2 714 562 €	376 055 €	169 893 €	206 162 €	2 508 400 €
7	2 508 400 €	376 055 €	158 336 €	217 720 €	2 290 680 €
8	2 290 680 €	376 055 €	145 835 €	230 220 €	2 060 460 €
9	2 060 460 €	376 055 €	132 308 €	243 747 €	1 816 713 €
10	1 816 713 €	376 055 €	117 663 €	258 392 €	1 558 321 €
11	1 558 321 €	376 055 €	101 800 €	274 255 €	1 284 066 €
12	1 284 066 €	376 055 €	84 610 €	291 446 €	992 620 €
13	992 620 €	376 055 €	65 972 €	310 083 €	682 537 €
14	682 537 €	376 055 €	45 756 €	330 299 €	352 238 €
15	352 238 €	376 055 €	23 817 €	352 238 €	0 €

## **ANNEXE 9 : Fluvio-côtier arrêtés ministériels autorisant une exploitation par la voie Nord pour la desserte de port 2000.**

J.O n° 23 du 27 janvier 2007 page 1767 texte n° 18

### **Décrets, arrêtés, circulaires**

#### **Textes généraux**

#### **Ministère des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer**

Arrêté du 10 janvier 2007 relatif à la navigation de bateaux fluviaux en mer pour la desserte de Port 2000

NOR: EQU0700095A

Le ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer,

Vu le code des ports maritimes ;

Vu l'article 4 du décret n° 54-668 du 11 juin 1954 déterminant, en exécution du décret-loi du 17 juin 1938, les conditions d'application de la réglementation de l'inscription maritime dans les estuaires, fleuves, rivières et canaux fréquentés par les bâtiments de mer ;

Vu le décret n° 70-207 du 9 mars 1970 relatif au pilotage des bateaux, convois et autres engins flottants fluviaux qui effectuent une navigation en mer, dans les ports et rades, sur les étangs ou canaux salés dépendant du domaine public maritime et dans les estuaires, fleuves, rivières et canaux en aval du premier obstacle à la navigation des bâtiments de mer ;

Vu le décret n° 91-731 du 23 juillet 1991 modifié relatif à l'équipage et à la conduite des bateaux circulant ou stationnant sur les eaux intérieures ;

Vu le décret n° 2004-374 du 29 avril 2004 relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et départements ;

Vu l'arrêté du 19 décembre 2003 relatif à l'équipage et à la conduite des bateaux de navigation intérieure ;

Vu l'arrêté du 23 novembre 1987 modifié relatif à la sécurité des navires,

Arrête :

#### Article 1

Les bateaux fluviaux porte-conteneurs non astreints au rôle d'équipage ne peuvent accéder au parcours maritime entre l'accès nord du port du Havre et le bassin Hubert Raoul-Duval, dénommé ci-après « Port 2000 », que lorsqu'ils disposent de l'autorisation individuelle prévue par l'article 4 du décret du 11 juin 1954 susvisé, accordée à cet effet par le préfet de la Seine-Maritime.

Pour pouvoir bénéficier de cette autorisation, dont la durée de validité ne peut excéder douze mois, les bateaux doivent remplir les conditions générales de dérogation définies ci-après.

Le non-respect des conditions fixées par le présent arrêté entraîne le retrait de l'autorisation individuelle.

Les bateaux fluviaux navigant en mer sont soumis à la loi du 17 décembre 1926 modifiée portant code disciplinaire et pénal de la marine marchande.

## Article 2

Une société de classification, reconnue au titre de la division 140 de l'arrêté du 23 novembre 1987 modifié, délivre une attestation de conformité certifiant le respect des dispositions techniques figurant en annexe 1 au présent arrêté et établie conformément au modèle défini à l'appendice 1 de cette annexe.

Cette attestation, dont la durée de validité ne peut excéder douze mois, ainsi que les rapports de visites concernant le bateau sont conservés en permanence à bord de celui-ci.

## Article 3

Lorsque le bateau effectue le trajet visé à l'article 1er, l'équipage minimum est celui prévu aux 1° et 2° de l'article 2 du décret du 23 juillet 1991 susvisé, renforcé par un matelot de même qualification.

Le conducteur du bateau doit être titulaire d'un certificat de capacité de groupe A prévu par le décret du 23 juillet 1991 susvisé. Une copie de ce certificat, qui est conservé en permanence à bord, est transmise au directeur départemental des affaires maritimes de la Seine-Maritime et de l'Eure.

## Article 4

Le transit des bateaux par la mer entre l'accès nord du port du Havre et Port 2000 est interdit lorsque l'une au moins des conditions suivantes n'est pas remplie :

- hauteur de houle maximale : 1,20 mètre ;
- vitesse du vent maximale : 21 noeuds ;
- visibilité à partir du bateau minimale : 2 milles nautiques ;
- visibilité totale des deux chenaux d'accès au port, à partir de la vigie du port.

L'entrée effective du bateau dans la zone exposée est subordonnée, d'une part, à l'autorisation de l'autorité investie du pouvoir de police portuaire du port du Havre, en application du code des ports maritimes, et notamment de son article L. 302-6, et, d'autre part, à l'état réel des conditions nautiques à l'instant considéré, telles que mentionnées ci-dessus.

Le trajet en mer doit être réalisé d'une seule traite, sans mouillage.

## Article 5

Le Port autonome du Havre met à la disposition des usagers du port les informations relatives à la houle, à la vitesse du vent et à la visibilité à partir de la vigie.

Lorsque ces informations ne sont pas disponibles, tout trafic en mer est interdit.

## Article 6

Pour obtenir l'autorisation visée à l'article 1er, le propriétaire du bateau, son représentant ou son exploitant s'engage par écrit :

- à ne pas effectuer de trajet en mer autre que celui reliant l'accès nord du port du Havre et Port 2000 ;
- à requérir pour chaque voyage l'assistance d'un pilote de la station de pilotage maritime compétente, sauf à ce que le conducteur soit lui-même doté d'une licence de patron-pilote ;
- à maintenir en place de manière permanente, et en état de fonctionner, l'ensemble des équipements prescrits par la réglementation applicable, par la commission de visite des bateaux du Rhin et la société de classification reconnue ;
- à charger et assujettir les conteneurs pendant toute la durée du voyage en mer conformément aux dispositions du manuel d'assujettissement de la cargaison approuvée par la société de classification reconnue ;
- à consigner sur le registre des voyages en mer, avant chaque voyage en mer, les tirants d'eau, la stabilité (GM) et les conditions météorologiques ;
- à s'informer, ou à veiller à ce que le conducteur du bateau s'informe, des conditions de houle, de vent et de visibilité, avant de sortir du port.

Ce document, visé par le ou les conducteurs du bateau, est transmis au directeur départemental des affaires maritimes de la Seine-Maritime et de l'Eure ; une copie est conservée en permanence à bord.

## Article 7

Les inspecteurs de la sécurité des navires et de la prévention des risques professionnels maritimes sont habilités à constater à bord, à tout moment, le maintien en état des bateaux faisant l'objet de la dérogation prévue à l'article 1er. Ils peuvent interdire l'appareillage du bateau pour les voyages en mer lorsque celui-ci ne répond pas aux dispositions définies en

annexe.

#### Article 8

Le transit de nuit en mer n'est pas permis pendant une période de six mois à partir de la date de la première autorisation accordée par le préfet de la Seine-Maritime.

#### Article 9

Le présent arrêté sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 10 janvier 2007.

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur général de la mer

et des transports,

P. Raulin

## A N N E X E 1

### PRESCRIPTIONS S'APPLIQUANT AUX BATEAUX EFFECTUANT LE TRAJET ENTRE LE PORT DU HAVRE (ACCÈS NORD) ET PORT 2000

#### I. - Définitions

Aux fins des présentes dispositions :

Par ADNR, on entend le règlement pour le transport des matières dangereuses sur le Rhin en vigueur.

Par arrêté ADNR, on entend l'arrêté du 5 décembre 2002 modifié relatif au transport des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieur.

Par convention MARPOL, on entend la convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires et son protocole de 1978, en vigueur.

Par RVBR, on entend le règlement de visite des bateaux du Rhin en vigueur.

Par société de classification reconnue, on entend les sociétés de classifications reconnues au sens de la division 140 du règlement relatif à la sécurité des navires annexé à l'arrêté du 23 novembre 1987 modifié relatif à la sécurité des navires.

Par règlement relatif à la sécurité des navires, on entend le règlement annexé à l'arrêté du 23 novembre 1987 modifié relatif à la sécurité des navires en vigueur.

Par code IMDG, on entend le code maritime international des marchandises dangereuses en vigueur.

Par bateau neuf, on entend un bateau construit après le 11 janvier 2007.

## II. - Champ d'application et dispositions applicables

1. Les présentes dispositions s'appliquent aux bateaux porte-conteneurs effectuant le seul parcours en mer entre le port du Havre et Port 2000, passage nord et inversement.

2. Pour ces bateaux, ce parcours est autorisé aux conditions ci-après :

2.1. Seuls les automoteurs non en convoi lié (sans poussage, remorquage, ou formation à couple), et dont la date de pose de quille est postérieure au 1er janvier 1997, sont autorisés ;

2.2. Le bateau doit être porteur d'un certificat de visite RVBR définitif sans exemption en cours de validité attestant du respect intégral du règlement de visite des bateaux du Rhin, à l'exception du chapitre 23 relatif à l'équipage ;

2.3. Le bateau est porteur d'un certificat ADNR définitif en cours de validité s'il est appelé à transporter des marchandises dangereuses, ses normes constructives répondent en permanence sans exemption au règlement ADNR qu'il transporte ou non des marchandises dangereuses ;

2.4. Le bateau est un bateau à double coque équipé et renforcé pour le transport de conteneurs au sens de l'ADNR sans exemption qu'il soit appelé ou non à transporter des marchandises dangereuses ;

2.5. Les dispositions des points III à XVI de la présente annexe, complémentaires aux dispositions correspondantes du RVBR, doivent être respectées. Les présentes dispositions ne dispensent d'aucune obligation résultant de la réglementation fluviale.

## III. - Classification

Le bateau est classé par une société de classification reconnue selon une norme au moins équivalente à la norme du Bureau Veritas suivante :

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO

n° 23 du 27/01/2007 texte numéro 18

Cargo vessel double hull.

Equipped for transport of containers (containers vessel pour un bateau neuf).

ADNR DG Double Hull.

Vous pouvez consulter le tableau dans le JO

n° 23 du 27/01/2007 texte numéro 18

La coque, la machine ainsi que l'installation électrique du bateau sont classées pour des termes de cinq ans et le rendant apte à naviguer dans une houle de hauteur significative d'au moins 1,2 mètre. Il est équipé d'un armement en ancrs et chaînes conformément au règlement de construction de la société de classification. Les bateaux neufs sont des porte-conteneurs dotés de la première cote de la société de classification.

#### IV. - Franc-bord

1. Le franc-bord doit toujours être supérieur à 1 mètre pour une distance de sécurité d'au moins 1,50 mètre.

Dans le cas où l'étude de risques définie en V.4 démontre l'absence de risque pour un franc-bord réduit et pour autant que les critères de stabilité ADNR ainsi que ceux définis en V.2 et V.3 ci-après soient respectés, le franc-bord et la distance de sécurité peuvent être diminués de 20 centimètres maximum.

2. Une marque d'enfoncement maximal doit être portée sur chaque côté de la coque au milieu du bateau. La marque est un anneau de 25 millimètres d'épaisseur et de 300 millimètres de diamètre extérieur coupé par une bande horizontale de 25 millimètres de large et de 450 millimètres de long, dont le bord supérieur passe par le centre de l'anneau. Cette marque est apposée sous contrôle de la société de classification.
3. Des garde-corps ou des filières d'une hauteur d'un mètre doivent être disposés pour prévenir les chutes à la mer.
4. Des sabords de décharge dont les dimensions sont conformes à la convention internationale sur les lignes de charge doivent être disposés sur le quart arrière.
5. Le bateau doit disposer d'une hauteur d'étrave de deux mètres au minimum. A défaut, un bouclier brise-vagues d'une hauteur minimale de deux mètres au-dessus du pont doit être installé sur l'avant de la cale avant.

#### V. - Stabilité

1. Le bateau doit être équipé d'un calculateur de chargement dont la validité des calculs aura fait l'objet d'une vérification par une société de classification reconnue.
2. La composition du dossier de stabilité doit être conforme à la division de la division 211, 211-1.02, § 1 à § 7. Les critères de stabilité à l'état intact de la division 211, 211-1.02, § 8.1.1 à 8.1.4 du règlement à la sécurité des navires doivent être respectés. La justification des caractéristiques du navire léger est faite conformément à la division 211, 211-1.03.
3. Lorsque l'angle du début d'envahissement  $u_f$  est inférieur au critère réglementaire de la division 211, l'aire limitée par la courbe des bras de levier de redressement jusqu'à l'angle  $u_f$  (angle du début d'envahissement) ne doit pas être inférieure à l'aire calculée par la formule ci-dessous :

aire en mètre radian =  $0,055 + 0,001 (30^\circ - u_f)$ . L'angle  $u_f$  ne pouvant être inférieur à  $17^\circ$ .

4. Un essai tel que défini ci-dessous doit démontrer la bonne flottabilité et stabilité bateau liées à une hauteur de houle d'un mètre vingt minimum.

4.1. Les essais sur modèle devraient être effectués sur houle irrégulière à longue crête. Le spectre de houle Pierson-Moskovitz, JONSWAP ou Bretschneider créé pour ces essais devrait avoir une hauteur de houle significative d'environ 1,20 mètre pour la période réaliste la plus défavorable (période d'intersection zéro) telle que déterminée à l'aide de calculs ou compte tenu de l'expérience d'essais antérieurs.

Un essai par modélisation informatique approuvé par la société de classification est également acceptable.

4.2. Il n'y a pas lieu de simuler lors des essais l'effet des embruns provoqués par le vent.

4.3. Les essais sur modèle devraient être effectués au moins pour les directions suivantes de la houle, selon les conventions de la Conférence internationale des bassins d'essai de carène :

- mer de l'arrière ( $0^{\circ}/360^{\circ}$ ) ;
- mer oblique de l'arrière ( $45^{\circ}/315^{\circ}$ ) ;
- mer de travers ( $90^{\circ}/270^{\circ}$ ) ;
- mer oblique de l'avant ( $135^{\circ}/225^{\circ}$ ) ;
- mer de l'avant ( $180^{\circ}$ ).

4.4. Les essais sur modèle devraient être effectués au moins pour les vitesses du bateau suivantes :

- vitesse de croisière maximale par mer de l'avant et par mer oblique de l'avant ;
- vitesse minimale de manoeuvre du bateau par mer oblique de l'arrière et par mer de l'arrière
- vitesse nulle (bateau privé d'énergie) par mer de travers.

4.5. La société de classification reconnue peut exiger des essais supplémentaires.

4.6. Les conditions de chargement utilisées pour les essais devraient correspondre au moins

au tirant d'eau maximal en charge, l'assiette étant nulle. Si les valeurs de l'assiette d'exploitation s'écartent sensiblement de la valeur nulle, il convient d'ajouter d'autres valeurs dans le programme d'essais sur modèle.

4.7. La valeur sélectionnée de KG devrait correspondre à la valeur effective que l'on risque de rencontrer le plus souvent en cours d'exploitation. Si l'on prévoit au cours de l'exploitation des valeurs de KG s'écartant sensiblement de la valeur sélectionnée, il convient d'inclure d'autres valeurs de KG dans le programme d'essais sur modèle.

4.8. Pour chaque condition d'essai, le niveau de l'eau doit en tout instant être au-dessous de la hauteur instantanée du franc-bord afin qu'aucune cale ou autre local n'embarque d'eau. La durée minimale de chaque essai doit être d'une heure. Les conteneurs ne devraient pas être utilisés pour empêcher l'embarquement d'eau dans une cale vide lorsqu'ils sont empilés à l'extérieur de la cale ouverte. Les protections des cales ouvertes contre la pluie ne doivent pas être simulées dans les essais sur modèle.

4.9. Des sabords de décharge non obturables de dimensions conformes aux prescriptions de la convention sur les lignes de charge devront être prévus.

## VI. - Registre des voyages en mer

Le bateau doit disposer d'un registre des voyages en mer, destiné à consigner à chaque voyage les tirants d'eau et la stabilité du bateau (GM) et les conditions météorologiques.

## VII. - Assèchement

1. Le bateau doit disposer d'une installation d'assèchement fixe de deux pompes, chacune des pompes permettant d'aspirer dans chacune des cales.
2. Des alarmes de niveau haut doivent être prévues dans les cales de chargement à une hauteur ne dépassant pas 10 cm au-dessus du plafond de ballast.
3. Le débit requis de chaque pompe ne peut être inférieur à la plus grande des valeurs :
  - 3.1. A 50 m<sup>3</sup>/heure.
  - 3.2. La quantité résultant de précipitations de 100 mm/heure.
  - 3.3. Aux règles de la société de classification.
4. Le système d'assèchement des cales doit être disposé de manière à être efficace pour une gîte allant jusqu'à 20°.

## VIII. - Manuel d'assujettissement de la cargaison

Le bateau est muni d'un manuel de chargement et d'assujettissement de la cargaison approuvé par la société de classification reconnue.

## IX. - Radeaux de sauvetage, brassières,

fusées de détresse, lance-amarre

Il doit être installé au moins un radeau de sauvetage de chaque bord d'un type approuvé conformément à la division 311 du règlement relatif à la sécurité des navires. Chaque radeau peut recevoir 100 % du nombre total des personnes à bord.

Le bateau est doté d'au moins 3 fusées à parachute d'un type approuvé conformément à la

division 311 du règlement relatif à la sécurité des navires. Il doit être disposé d'au moins une brassière sauvetage par personne embarquée plus deux brassières à la passerelle et une brassière à la machine, d'un type approuvé conformément à la division 311, ou conforme à la norme NF EN 396.

Tout bateau est doté d'un lance-amarre d'un type approuvé conformément à la division 311 du règlement relatif à la sécurité des navires.

#### X. - Feux de navigation

Les bateaux doivent être pourvus des feux de navigation et autres moyens de signalisation visuels et sonores qui sont prescrits par le règlement en vigueur pour prévenir les abordages en mer et applicables à leur type.

Tous les feux de navigation, ainsi que les moyens de signalisation sonores doivent être installés à bord conformément aux dispositions du règlement international pour prévenir les abordages en mer.

#### XI. - Appareils de navigation et radioélectriques

Le bateau est équipé d'un gyrocompas ou compas satellitaire approuvé soit conformément aux prescriptions de la division 311 du règlement relatif à la sécurité des navires, ou est conforme aux dispositions de la directive 1999/5/CE (R&TTE).

Le bateau est équipé d'un GPS approuvé soit conformément aux prescriptions de la division 311 du règlement relatif à la sécurité des navires, soit selon les prescriptions de la directive 1999/5/CE (R&TTE).

Le bateau est équipé d'un radar ARPA (aide de pointage radar automatique) à 9 GHz. Le radar est conforme aux dispositions de la directive 1999/5/CE (R&TTE).

Le bateau est équipé de deux VHF approuvées soit selon les prescriptions de la division 311 du règlement relatif à la sécurité des navires, soit selon les prescriptions de la directive

1999/5/CE (R&TTE).

Le bateau est soumis à l'exigence d'emport d'un système d'identification automatique de classe B (AIS) conformément aux exigences de la directive 1999/5/CE (R&TTE).

## XII. - Prévention de la pollution

Le bateau est conforme à la convention MARPOL.

En ce qui concerne la conformité du bateau au règlement (CE) n° 782/2003 interdisant les composés organostanniques et la conformité du bateau à l'annexe VI de la convention MARPOL, le bateau peut être conforme, au plus tard, six mois après le premier passage en cale sèche.

## XIII. - Transport de marchandises dangereuses

Sous réserve des dispositions des paragraphes XIII.2 à XIII.7 des présentes dispositions, le transport des marchandises dangereuses doit être conforme :

- aux dispositions de l'arrêté ADNR et,
- pour ce qui concerne les substances nuisibles en colis, aux dispositions appropriées de la convention MARPOL.

Le transport des marchandises dangereuses est interdit, à moins qu'il ne soit effectué conformément aux présentes dispositions.

Les dispositions du code IMDG relatives à la séparation des matières dans les engins de transport s'appliquent dans les conteneurs transportés.

Par ailleurs, un conteneur chargé de marchandises dangereuses de la classe 1, à l'exception de la division 1.4, et un conteneur chargé de marchandises dangereuses d'autres classes ne doivent pas être assujettis l'un sur l'autre ou dans la même cale à cargaison.

Nonobstant les dispositions de l'article 7 de l'arrêté ADNR, les bateaux doivent être conformes à l'ensemble des dispositions de la partie 9.1 de l'ADNR.

Lorsqu'ils sont d'une longueur supérieure à 110 mètres, ils doivent respecter les dispositions complémentaires du chapitre 22 bis du RVBR.

Dans tous les cas, les exigences les plus sévères résultant de l'application des autres dispositions et du présent paragraphe XIII sont applicables.

#### XIV. - Motorisation, générateurs

Le bateau doit disposer d'une puissance propulsive lui permettant d'atteindre une vitesse de 8 noeuds minimum.

Au moins deux groupes électrogènes doivent être prévus. La puissance de chaque groupe doit être suffisante pour maintenir tous les services essentiels. Les groupes ne peuvent pas être placés dans le même local.

Le bateau doit être muni de deux systèmes de propulsion.

#### XV. - Dispositif de remorquage et mouillage

Le bateau doit disposer d'un système de bollards permettant le remorquage pour les conditions de navigation les plus défavorables. Le bateau doit disposer d'une remorque en bon état échantillonnée au service du bateau, cette remorque doit être tenue prête à usage sur la partie avant du bateau.

## XVI. - Documents nautiques

Le bateau doit disposer des documents du service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM) suivants tenus à jour :

- les cartes marines de la zone ;
- un annuaire des marées de la zone ;
- les instructions nautiques de la zone ;
- le règlement international pour prévenir les abordages en mer COLREG ;
- le guide du navigateur.

## APPENDICE 1

### Attestation annuelle de conformité

#### Caractéristiques du bateau

Nom du bâtiment : Jauge :

Numéro d'immatriculation : Longueur hors tout :

Franc-bord : Distance de sécurité :

La présente attestation annuelle de conformité établit que le bateau susvisé a été dûment surveillé et visité conformément aux dispositions de l'arrêté (NOR : EQU0700095A) du 11 janvier 2007 relatif à la navigation de bateaux en mer pour la desserte de Port 2000.

Il a été constaté que le bateau satisfait aux dispositions annexées à l'arrêté susvisé pour le parcours entre le port du Havre et Port 2000 accès nord :

Le bateau ..... est classé et suivi en ce qui concerne la coque et ses installations mécaniques selon les règles de classification en vigueur qui lui sont applicables, cette classification incluant le transport de conteneurs, la stabilité à l'état intact et après avarie, ainsi que les machines.

Numéro du certificat d'agrément RVBR : , délivré par le

Numéro du certificat d'agrément ADN : , délivré par le

Les dispositions contenues dans l'annexe à l'arrêté du 11 janvier 2007 sont respectées ;

Le navire est à jour de ses visites et dispose de certificats de sécurité valides.

L'attestation est délivrée : Cachet :

Lieu :

Date :

Nom de l'expert :

Société de classification reconnue :

**Décrets, arrêtés, circulaires**

**Textes généraux**

**Ministère des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer**

Arrêté du 10 janvier 2007 relatif au pilotage des bateaux, convois et autres engins flottants fluviaux qui effectuent une navigation dans les limites de la station de pilotage du Havre-Fécamp

NOR: EQU0700082A

Le ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer,

Vu la loi du 28 mars 1928 modifiée relative au régime du pilotage dans les eaux maritimes ;

Vu le décret du 6 février 1932 modifié et complété portant règlement général de police pour les voies de navigation intérieure ;

Vu le décret du 17 avril 1934 modifié réglementant le service des bateaux, engins stationnaires et établissements flottants ayant une source d'énergie à bord et non soumis à la réglementation de la navigation maritime ;

Vu le décret n° 54-668 du 11 juin 1954 déterminant, en exécution du décret-loi du 17 janvier 1938, les conditions d'application de la réglementation de l'inscription maritime dans les estuaires, fleuves, rivières et canaux fréquentés par les bâtiments de mer ;

Vu le décret n° 59-951 du 31 juillet 1959 portant fixation des limites de l'inscription maritime dans les estuaires, fleuves, rivières et canaux fréquentés par des bâtiments de mer ;

Vu le décret n° 69-515 du 19 mai 1969 modifié relatif au régime du pilotage dans les eaux maritimes ;

Vu le décret n° 70-207 du 9 mars 1970 relatif au pilotage des bateaux, convois et autres engins flottants fluviaux qui effectuent une navigation en mer, dans les ports et rades, sur les étangs ou canaux salés dépendant du domaine public maritime et dans les estuaires, fleuves, rivières et canaux en aval du premier obstacle à la navigation des bâtiments de mer ;

Vu le décret n° 91-731 du 23 juillet 1991 modifié relatif à l'équipage et à la conduite des bateaux circulant ou stationnant sur les eaux intérieures ;

Vu le décret n° 2004-374 du 29 avril 2004 relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et départements ;

Vu l'arrêté ministériel du 5 décembre 2002 modifié relatif au transport des marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure (dit « arrêté ADNR ») ;

Vu l'arrêté ministériel du 10 janvier 2007 relatif à la navigation de bateaux fluviaux en mer pour la desserte de Port 2000 ;

Vu l'avis du directeur du Port autonome du Havre ;

Vu l'avis de la station de pilotage du Havre-Fécamp ;

Vu l'avis du préfet de région Haute-Normandie, préfet de la Seine-Maritime,

Arrête :

## TITRE Ier

### OBLIGATION DE PILOTAGE

#### Article 1

Dans les limites de la station de pilotage du Havre, le pilotage des bateaux, convois et autres engins flottants fluviaux est obligatoire, sauf dans les cas prévus aux articles 2 et 3 ci-après.

Le bassin Hubert Raoul-Duval du port du Havre est dénommé ci-après Port 2000.

#### Article 2

Sont affranchis de l'obligation de pilotage, à l'exception des bateaux transportant des passagers, les bateaux, convois et autres engins flottants fluviaux ne franchissant pas la limite des digues du port historique du Havre ou de Port 2000.

#### Article 3

Sont dispensés de l'obligation de prendre un pilote les bateaux bénéficiant d'une dérogation pour la navigation par la mer entre Port 2000 et le port historique du Havre, en application de l'article 4 du décret du 11 juin 1954 susvisé, lorsque la conduite est assurée personnellement par des patrons munis de la licence de patron-pilote prévue au titre II du présent arrêté ou assistés de personnes possédant une telle licence.

Dans le cas du transport de matières dangereuses, cet affranchissement ne dispense pas de la présence à bord d'un « expert » titulaire d'une attestation de formation pour le transport de matières dangereuses, telle que définie par l'arrêté du 5 décembre 2002 susvisé (partie 8 du règlement dit « ADNR » pour le transport des matières dangereuses sur le Rhin).

## TITRE II

### LICENCE DE PATRON-PILOTE

#### Article 4

La licence de patron-pilote est délivrée par le préfet de la Seine-Maritime, dans les conditions fixées par l'article 4 du décret du 9 mars 1970 susvisé.

La demande de licence est établie sur papier libre et adressée au préfet de la Seine-Maritime avec les pièces prévues par l'article 6 du décret du 9 mars 1970 susvisé.

#### Article 5

Les licences de patron-pilote peuvent être sollicitées pour le trajet compris entre le port historique du Havre et Port 2000.

#### Article 6

Les licences de patron-pilote peuvent être sollicitées pour les bateaux bénéficiant d'une dérogation pour la navigation par la mer entre Port 2000 et le port du Havre, en application de l'article 4 du décret du 11 juin 1954 susvisé.

#### Article 7

La commission locale chargée d'examiner les candidats à une licence de patron-pilote comprend, sous la présidence du préfet de la Seine-Maritime ou de son représentant :

a) Des membres de droit :

- le chef du service navigation de la Seine ou son représentant ;
- le directeur départemental des affaires maritimes ou son représentant ;
- le directeur du Port autonome du Havre ou son représentant.

b) Des membres nommés par le préfet de la Seine-Maritime :

- un pilote du Havre en service choisi en raison de sa compétence technique, sur proposition

du Syndicat des pilotes du Havre-Fécamp, et avis du directeur départemental des affaires maritimes ;

- deux patrons possédant une licence de patron-pilote d'un niveau au moins égal à celle sollicitée par les candidats, sur proposition des principales organisations syndicales, patronales et ouvrières, et avis du chef du service de la navigation de la Seine.

#### Article 8

La licence de patron-pilote ne peut être délivrée qu'aux titulaires des certificats de capacité du groupe A prévus par le décret du 23 juillet 1991 susvisé.

Le candidat à une licence de patron-pilote doit avoir effectué dans les trois mois qui précèdent la demande de la licence et dans les limites de la zone pour laquelle la licence est demandée, en qualité de patron ou de second présent à la passerelle et directement assisté d'un pilote, les voyages ci-après :

a) 8 voyages aller ou retour dont au moins 2 de nuit ;

b) un stage de 8 heures effectives sur le simulateur de manœuvres de la station de pilotage du Havre-Fécamp.

Les candidats à la licence justifient de leurs voyages et de leur formation au simulateur par la production d'une attestation visée par un pilote de la station de pilotage du Havre-Fécamp.

#### Article 9

Le programme de l'examen est adapté en fonction de la zone et des types de bateaux, d'engins flottants et formation de convois pour lesquels la licence est demandée.

Les candidats doivent connaître les textes suivants :

- décret n° 77-733 du 6 juillet 1977 rendant applicable le règlement international de 1972 pour prévenir les abordages en mer ;

- arrêtés du préfet maritime portant réglementation de la circulation des navires en baie de

Seine aux approches des rades du Havre-Antifer, Le Havre, Rouen et Caen-Ouistreham ;

- règlement général de police des ports maritimes de commerce et de pêche ;
- règlement particulier de police du port du Havre ;
- règlement local pour le transport et la manutention des matières dangereuses dans le port maritime du Havre.

Les candidats doivent en outre connaître précisément les éléments suivants :

- lecture des cartes marines, renseignements fournis par les cartes marines de la Seine-Maritime ;
- notions sommaires sur le compas et, pour les bateaux sur lesquels les équipements radar et VHF sont exigés, connaissance sur l'utilisation de ces matériels et sur les canaux d'appel et de dégagement ;
- marées au Havre, régime des marées en rade du Havre et dans les chenaux, principales roses de courants ;
- description du chenal principal et de celui de Port 2000 : orientation, balisage, courants, sondes, alignements de garde, guidage radar par visibilité réduite ;
- hauts fonds : emplacements, balisage, sondes, épaves ;
- organisation du trafic : VTS Havre-port, canaux VHF.

#### Article 10

Tout titulaire d'une licence de patron-pilote est tenu de faire parvenir au préfet de la Seine-Maritime, ou son représentant, lorsqu'il demande le renouvellement de sa licence, un relevé des voyages qu'il a effectués au cours de l'année précédente en précisant les trajets effectués et les caractéristiques des bateaux, convois et autres engins fluviaux qu'il a pilotés, ainsi qu'un certificat délivré depuis moins de trois mois par un médecin des gens de mer attestant que l'intéressé remplit les conditions physiques mentionnées à l'article 6-3 du décret du 9 mars 1970 susvisé. Le patron-pilote doit avoir effectué au moins dix voyages aller ou retour dans les douze mois précédant la demande pour obtenir le renouvellement de sa licence.

L'absence de transmission annuelle du certificat médical entraîne le rejet de la demande de renouvellement de la licence de patron-pilote.

#### Article 11

A tout moment, le préfet de la Seine-Maritime, après avis de la commission locale, l'intéressé ayant été préalablement admis à présenter ses observations, peut retirer le bénéfice de la licence de patron-pilote à un patron qui ne présenterait plus les garanties nécessaires à la bonne exécution et la sécurité du trafic maritime environnant.

#### Article 12

En cas d'accident de navigation survenu à un bateau, à un convoi ou à un autre engin flottant fluvial, entre le port historique du Havre et Port 2000, le patron du bateau, s'il est titulaire d'une licence de patron-pilote, ou le titulaire de la licence qui lui prête assistance, doit, sous peine de suspension de sa licence, remettre dans les vingt-quatre heures son rapport à la préfecture de la Seine-Maritime et à la direction du port du Havre.

#### Article 13

Ne peuvent se présenter à l'examen pour la délivrance d'une licence de patron-pilote les candidats qui ont été refusés par la commission depuis moins de six mois ou qui ont été reconnus responsables d'un accident survenu depuis moins de six mois.

### TITRE III

#### DISPOSITIONS TRANSITOIRES

##### Article 14

Aussi longtemps qu'il ne lui est pas possible de désigner deux patrons munis d'une licence de patron-pilote pour la navigation entre le port historique du Havre et Port 2000, le préfet de la Seine-Maritime pourra constituer la commission locale sans les représentants des principales organisations syndicales.

### TITRE IV

#### DISPOSITIONS DIVERSES

##### Article 15

Les contraventions aux dispositions du présent arrêté seront constatées par des procès-verbaux dressés par les agents assermentés des divers services intéressés et poursuivies conformément à la loi.

##### Article 16

Le préfet de la Seine-Maritime est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 10 janvier 2007.

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur général

de la mer et des transports,

P. Raulin

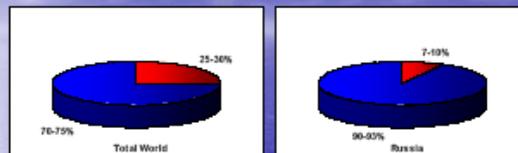
## **ANNEXE 10 : Fluvio-maritime et transport de marchandises dangereuses sur la Volga.**

Source : Dr. Ilmbitov, Exporting hazardous cargo from Russia – evaluating door-to-door services. Intermodal conference 2006, Hamburg.

## EXPORTING HAZARDOUS CARGO FROM RUSSIA - EVALUATING DOOR-TO-DOOR SERVICES

- ◇ Sea-river transport
- ◇ Rail
- ◇ Truck

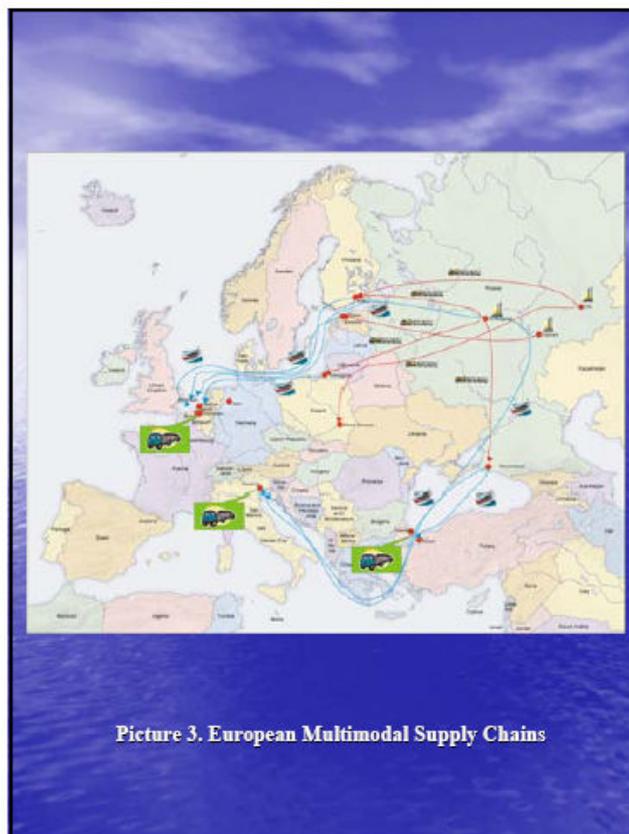
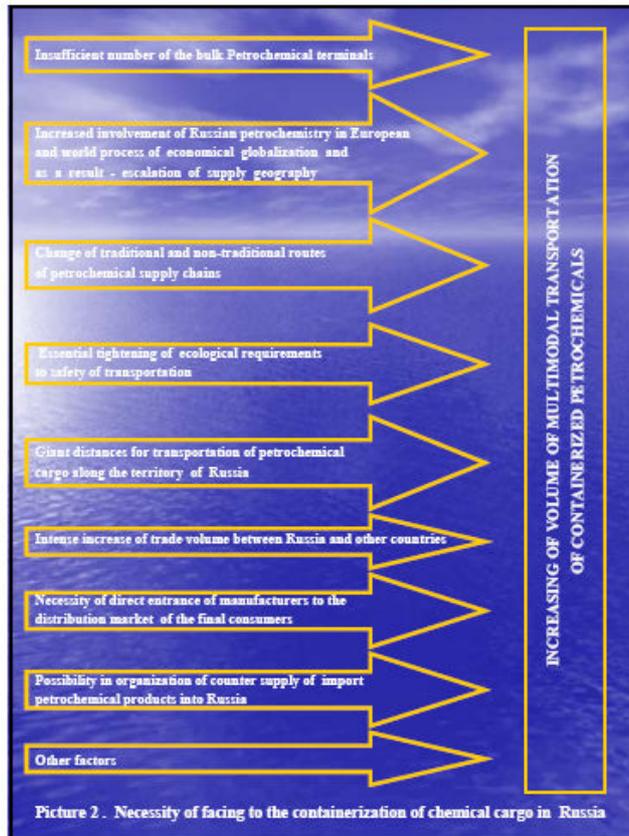
Dr. Shamil Ilembitov  
JSC Volga-Baltic Logistics Co.



- - Containerized chemicals
- - Non-containerized chemicals

Source - CEFIC - ACC, Drewery

Picture 1. Share of multimodal transportation of containerized chemical cargoes.





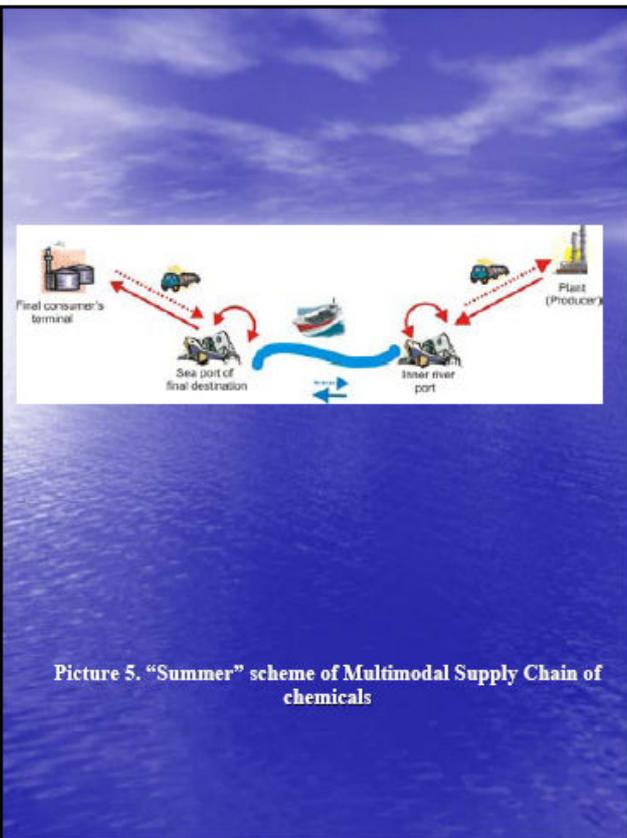
Picture 4. Asian Multimodal Supply Chains



Loading tank-containers from truck to universal container carrying vessel of "river-sea" class in port of Nizhny Novgorod



Trucking and survey for analysis in Rotterdam area



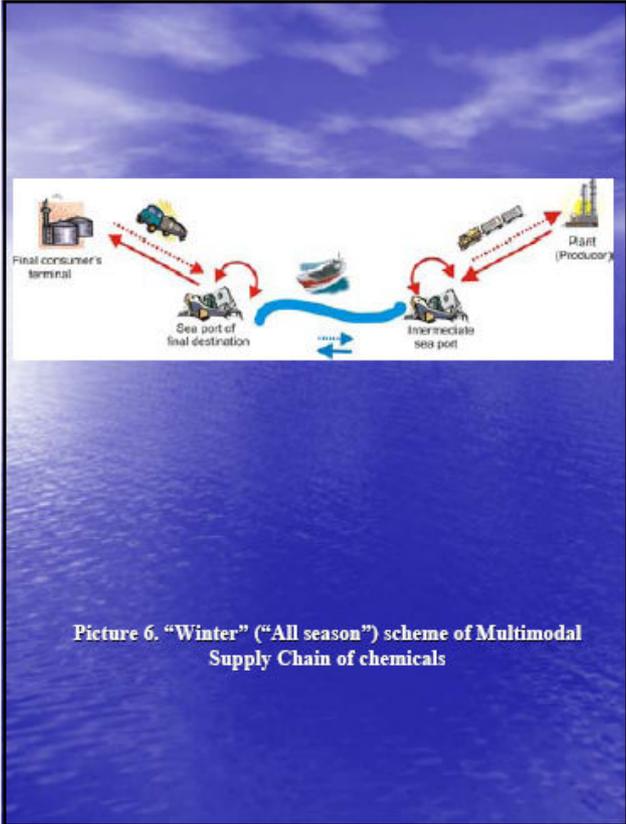
Picture 5. "Summer" scheme of Multimodal Supply Chain of chemicals



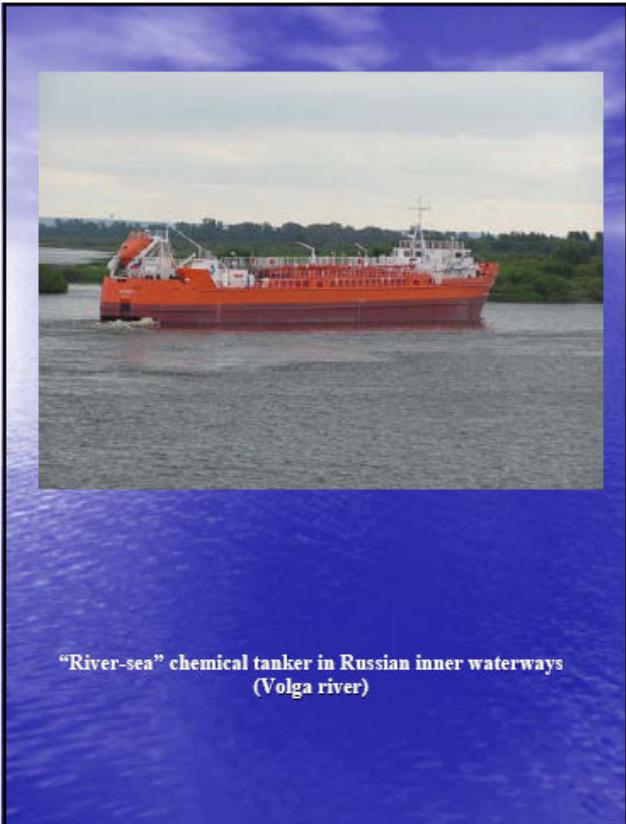
Transportation by railway



Loading tank-containers into container vessel in port of Kaliningrad



Picture 6. "Winter" ("All season") scheme of Multimodal Supply Chain of chemicals



"River-sea" chemical tanker in Russian inner waterways (Volga river)



Chemical tanker under loading in port of Kaliningrad



Loading tank-containers into container vessel in port of  
Novorossiysk

