

Le rôle de l'interface maritime-terrestre dans les échanges interrégionaux

Olivier Joly, Hipolito Martell Flores

▶ **To cite this version:**

Olivier Joly, Hipolito Martell Flores. Le rôle de l'interface maritime-terrestre dans les échanges interrégionaux : Infrastructures intermodales et attractivité portuaire en Europe vers une perspective comparative avec les ports maritimes de l'Asie du Nord-Est. Régions, Institutions, Politiques. Perspectives euro-asiatiques institutionnelles et fonctionnelles, Apopsix Editions, pp.17, 2010, Collection "Sociétés internationales et dynamiques régionales", 978-2-35979-029-0. hal-02139739

HAL Id: hal-02139739

https://normandie-univ.hal.science/hal-02139739

Submitted on 25 May 2019

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

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

Copyright

Le rôle de l'interface maritime-terrestre dans les échanges interrégionaux : Infrastructures intermodales et attractivité portuaire en Europe vers une perspective comparative avec les ports maritimes de l'Asie du Nord-Est

Olivier JOLY, Université du Havre.
Hipolito MARTELL, Ingénieur de l'UNA Mexique, Doctorant à l'Université du Havre

Cet article compare 73 ports européens dans leurs infrastructures intermodales qui constituent, pour leur analyse comparative, un ensemble de dimensions portuaires latentes, non directement interprétables sans avoir recours à une méthode d'analyse de données multi-variée. Les infrastructures intermodales portuaires (interconnexions des installations portuaires routières, ferroviaires, fluviales et aéroportuaires, qui relient les ports européens aux divers réseaux de transport européens) sont habituellement considérées comme des atouts pour augmenter l'attractivité des ports européens auprès d'une part, des grands acteurs du transport maritime (armateurs) et d'autre part, des chargeurs (générateurs de trafic) voire des entreprises de services tiers (à la marchandise) liées au passage portuaire. Cependant, si ces *critères intermodaux* sont bien souvent mis en avant pour comparer, souligner et faire connaître le développement stratégique et renforcer la publicité des ports européens auprès de leurs clients, il n'existe pas, en réalité d'outils adaptés, suffisamment fiables, pour mesurer la véritable influence des caractéristiques d'interconnexions modales des ports sur leurs trafics propres. En conséquence, cet article présente des choix initiaux portant sur les critères intermodaux temps ainsi que les solutions retenues (création de variables d'intermodalité et d'interconnexion modale portuaires, abandons de critères et analyse préliminaires) en tenant compte d'un certain nombre de contraintes liées à la méthode de réduction factorielle utilisée.

Un constat contradictoire doit être en effet établi. Les principaux ports européens doivent à la fois collecter, distribuer, massifier et fluidifier les trafics d'origine terrestre (*hinterland*) et maritime (*foreland*) qu'ils doivent traiter, et à la fois en tant que plateformes logistiques, les grands ports européens cherchent conjointement à fixer temporairement sur place les ces trafics multiples pour créer localement de la valeur ajoutée, maintenir des emplois et plus généralement augmenter la valeur des flux de trafic.

Le développement des infrastructures intermodales dans les ports européens nécessite d'importants investissements qui, dans certain cas, n'atteignent pas le niveau de rentabilité souhaitée. Il est alors envisageable de supposer que les trafics portuaires dépendent de multiples facteurs en interrelation complexe, par exemple : l'existence de conditions économiques capables de soutenir les niveaux de demande de transport de marchandises ou encore les stratégies spécifiques des grands armements, voire la localisation géographique et la position relative des ports les uns par rapport aux autres en Europe et dans l'ensemble des circulations maritimes mondiales. Il demeure toujours pertinent de prendre en considération la réalité (mesurable) des interconnexions (inter)modales portuaires qui conservent leur rôle incontournable pour les ports.

Cet article apporte de nouveaux éléments relatifs à la connaissance des liens tenaces qui relient les infrastructures intermodales portuaires à l'attractivité des ports. Un classement comparatif et multicritère d'un échantillon d'ensembles portuaires européens sélectionnés à l'aide de critères « objectifs » est proposé sur la base de ces nouveaux éléments en fonction de leur « niveau d'utilisation et de développement d'infrastructures intermodales portuaires». Le critère choisi pour mesurer le niveau d'utilisation et de développement de ce type spécifique d'infrastructure est simple et concret. Il cherche à permettre d'établir une comparaison appropriée entre les ports sur la base de critères homogènes. Pour le traitement de données, on utilise la technique d'analyse factorielle en composantes principales (ACP) pour mettre en évidence les rapports entre les infrastructures intermodales portuaires et l'évolution de leur trafic de conteneurs pleins. Il s'agit aussi de clarifier les éventuelles influences réciproques et comparer les ports sélectionnés à l'aide deux axes factoriels indépendants et hiérarchisés qui traduisent d'une part un Degré portuaire d'attractivité des flux conteneurisés et, d'autre part, un Gradient portuaire d'interconnexion modale. Ces deux axes ont permis des regroupements d'ensembles portuaires européens significatifs. L'analyse en composantes principales normée (ou « ACP normée ») est utilisée dans cet article comme un procédé essentiellement inductif[1] qui part de la réalité observable du système portuaire européen sur la période 2001, puis cherche à organiser la complexité apparente d'un ensemble important de données relatives aux ports européens en procédant à des regroupements, des comparaisons et des généralisations à l'échelle des ports sélectionnés, pour aboutir à une explication synthétique. Ce classement comparatif des ports européens (*European Seaport Benchmarking*) pourrait être appliqué aux ports de l'Asie du Nord-Est dans une perspective comparative entre l'Europe et le Nord-Est asiatique.

[1] Les étapes de la démarche inductive d'après Sylvie Rimbert : collecte des données, traitement statistique des données, lecture des morphologies de répartition, classement des morphologies en types, explication des répartitions par des structures statiques, construction de systèmes dynamiques.

Sélection des ports et des données correspondantes

Cette étude réduit l'échelle de l'analyse de l'attractivité portuaire en Europe à un nombre limité d'ensembles portuaires (73). La sélection finale de ces ensembles est présentée dans le tableau 1. Il est clair que l'échantillon d'une étude portuaire comparative est une partie délicate de la démarche engagée : comment un ensemble portuaire peut-il être pris en considération et confronté aux autres ? Des critères « objectifs » ont été indispensables afin de justifier de l'échantillon.

Quatre critères portuaires non exclusifs lorsqu'au moins deux d'entre eux étaient vérifiés[2] nous ont permis de dégager une sélection de 73 ensembles portuaires maritimes en Europe. Toutefois, cette sélection maintient une forte diversité d'ensembles portuaires de différents points de vue : la taille des villes portuaires rattachées aux installations portuaires proprement dites est très variée ; les ports sélectionnés sont de différentes spécialisations (généralistes, spécialisés, passagers, …) ; l'espacement géographique et les configurations de deux ports concurrents dans une même région est très disparate ; différents types de configurations « ville-port » sont présentes : une ville et un port (Le Havre) ; une ville et différents ports (Marseille, Brême, etc…) ; un port et différentes villes (Copenhague-Malmö, Nantes-Saint-Nazaire…).

Identification des critères d'analyse : Choix initiaux, création de variables d'intermodalité et d'interconnexion modale portuaires et abandons

Initialement huit critères d'intermodalité portuaire ont été envisagés pour prendre en considération la réalité (mesurable) des interconnexions (inter)modales portuaires qui conservent leur rôle incontournable pour les ports. Il s'agissait donc initialement des critères mesurables suivant : Interconnexion autoroutière ; Interconnexion fluviale ; Interconnexion ferroviaire ; Interconnexion aérienne ; Terminal portuaire à conteneurs ; Stockage temporaire aux terminaux à conteneurs ; Portique de quai à conteneurs et Rampes RORO.

De plus, deux critères de localisation géographique et donc de position relative des ports les uns par rapport aux autres en Europe ont été retenus dans un premier temps, à savoir : *la Rangée portuaire d'appartenance* codée en cinq modalités : la rangée Manche –Mer du nord, la rangée des ports du Nord européen, les ports européens de la cuvette méditerranéenne, la rangée baltico-scandinave et la longue façade atlantique européenne ; la Longitude.

Enfin, les données concernant cinq critères relatifs aux trafics conteneurisés portuaires (année de référence 2001 et mesurés en EVP) ont été recueillies dans l'ouvrage de référence[3] : le Trafic conteneurisé portuaire total ; le Trafic conteneurisé chargé à bord « *Loaded (shipped)* » ; le Trafic conteneurisé portuaire déchargé à quai « *Unloaded (landed)* » ; le Trafic conteneurisé portuaire relatif à la manutention exclusive de conteneurs vides « *Empty Container Traffic* » et le Trafic conteneurisé portuaire relatif à la manutention exclusive de conteneurs pleins, identifié par la variable : « *Full Container Traffic* ».

Dans un premier temps et après une traduction mesurable des quatorze critères initialement envisagés ci dessus en quatorze variables, une analyse systématique des liens privilégiés (corrélations linéaires) unissant ces dernières nous a permis de justifier la réduction de la matrice d'information originale (73 ports en ligne et 14 variables en colonne) de 14 à 7 variables en cherchant à rapprocher les éventuelles ressemblances (Tableau 1).

[2] Population > 200 000 habitants ou Trafic portuaire pour l'année 2000 > 20 millions de tonnes ou Trafic portuaire conteneurisé pour l'année 2000 > 500 000 EVP ou Trafic Passagers 2000 > 1 million de personnes.

[3] Institute of Shipping Economics and Logistics, Shipping Statistics Yearbook 2002

Tableau 1. Sélection des 73 ensembles portuaires européens : Codes Internationaux (3 caractères)

Identification des ensembles portuaires (*Sources : Lloyd's List Ports of the world 2002, Volume 2 & Containerisation International Yearbook 2002, Informa Group plc & Institute of Shipping Economics and Logistics, Shipping Statistics Yearbook 2002*)	**Code international du Port** *(Sources : PAH)*	**Identification des ensembles portuaires**	**Code international du Port**
	Port Code		**Port Code**
Aarhus	AAR	Lisbon	LIS
Algeciras - La Linea	ALI	Liverpool / Mersey-side	LPL
Amsterdam Ports	AMS	Leghorn	GHO
Ancona	AOI	Lubeck	LCK
Antwerp	ANR	Marseilles + Fos	MRS
Piraeus	PES	Messina	MRG
Barcelona	BCN	Tees and Hartlepool	TES
Bari	BRI	Nantes + St. Nazaire	SNR
Belfast	BFS	Naples	NAP
Bilbao	BIO	Cannes + Nice	NCE
Bordeaux + Le Verdon	BOD	Oslo	OSL
Bremen Ports	BRE	Palermo	PMO
Bristol	BRS	Leixoes	LEO
Zeebrugge	ZEE	Portsmouth	PME
Cagliari + Sarroch	CAG	Ravenna	RAN
Calais	CQF	Riga	RIX
Catania	CTA	Rostock	RTK
London	THA	Rotterdam	RTM
Copenhagen Malmo	CPH	Rouen	URO
Dover	DOV	St. Petersburg	STP
Dublin	DUB	Salerno	SLR
Dunkirk	DKK	Thessaloniki	SKG
Forth Ports	HUQ	Savona	SVN
Gdansk + Gdynia	GDY	Southampton	SOU
Genoa	GOA	Stockholm	STO
Gijon	GIJ	Tallinn	TLL
Gioia Tauro	GIO	Taranto	TAR
Glasgow + Clydeport	CYP	Tarragona	TAA
Gothenburg	GOT	Trieste	TRS
Hamburg	HAM	Valencia	VAL
Helsingborg	HLS	Venice	VCE
Helsinki	HEL	Vigo	VGO
Grimbsy and Immingham	GBY	Wilhelmshaven	WIH
Felixstowe	FXT		
Istanbul (Armaport+Haydarpasa+Mardas+Soyak Port)	IST		
Hull	HUV		
Koper	KRE		
Kotka	OTK		
La Spezia	LSZ		
Le Havre + Antifer	LEH		

La raison pour laquelle nous conservons dans l'analyse sept variables (*Interconnexion autoroutière, Interconnexion fluviale, Terminal portuaire à conteneurs, Stockage temporaire aux terminaux à conteneurs, Portique de quai à conteneurs, Rampes RORO* et une variable de trafic*)* et de la suppression (abandon) de sept variables (*Interconnexion aérienne, Rangée portuaire d'appartenance, Longitude* et quatre variables de trafic) est présentée dans le détail ci-après. Il faut donc rappeler que dans le cas des variables de trafic portuaire conteneurisé, les corrélations linéaires observées entre les cinq variables initialement proposées étaient si élevées (supérieures à + 0,95) que les conserver aurait apporté des distorsions préjudiciables au traitement factoriel (effets de redondance de l'information). En conséquence, un unique critère de trafic a donc été conservé en tant que mesure efficace de la performance portuaire. Il s'agit du *Trafic conteneurisé portuaire relatif à la manutention exclusive de conteneurs pleins*, identifié par la variable : « *Full Container Traffic »* simplifiée en *«Full »*[4]**.** De façon inverse, les trois variables : *Interconnexion aérienne et Longitude* présentaient une absence de corrélation linéaire significative avec l'ensemble des 7 autres variables d'intermodalité portuaire et de trafic retenues dans l'analyse (avec des corrélations linéaires dans leur ensemble comprises entre + ou -0,20), ce qui a motivé leur abandon dans la suite des traitements factoriels. L'abandon de la variable *Rangée portuaire d'appartenance* est, quant à lui, justifié par la nature qualitative nominale de sa traduction en variable statistique qui aurait impliqué l'utilisation d'un autre type d'analyse factorielle (*Analyse Factorielle des Correspondances*) qui n'a pas été retenu ici compte tenu de la nature quantitative des variables sélectionnées.

Interconnexion autoroutière et mode terrestre de desserte portuaire dominant en Europe

Le transport routier grâce à sa grande flexibilité est devenu le principal mode de transport terrestre pour prendre le relais du transport maritime conteneurisé entre les points d'origine et de destination des marchandises. Ainsi, les interconnexions entre le réseau autoroutier et le réseau maritime sont-elles aujourd'hui la principale interconnexion modale des ports. En réalité le transport routier a pris telle importance respectivement aux autres modes terrestres qu'il faudrait considérer en priorité *la densité* sous l'angle du nombre de routes qui desservent les ports au lieu de la stricte interconnexion routière des ports maritimes européens. Cependant, même s'il est toujours possible de comptabiliser toutes les voies routières qui desservent chacun des ports de notre sélection, ce nombre de liaisons physiques ne pourrait être représentatif, à nos yeux, de l'efficacité réelle d'une « interconnexion mer – route ». Ceci en raison de la très forte connectivité interne du réseau routier européen qui permet de mettre en relation ces ensembles portuaires avec pratiquement tous les destinations. C'est pourquoi nous considérons dans cet article que la meilleur façon de caractériser l'interconnexion mer / route, consiste à prendre en compte le nombre d'interconnexions autoroutières du port (ou de la ville portuaire à laquelle il est relié selon les cas).

Pour ce faire la variable *Interconnexion autoroutière de l'ensemble portuaire*, identifiée dans le tableau de données par « *Road* » a été renseignée pour les 73 ports de notre sélection à l'aide de deux sources : *Lloyd's Maritime Atlas*, édition 2002 et le *Grand Atlas Hachette*, édition 2003 pour traduire le critère d'intermodalité portuaire relatif à l'interconnexion des installations terminales au système routier européen. En fait, on observe que tous les ports sélectionnés disposent d'au moins une interconnexion routière mais ils ne disposent pas tous d'un véritable accès à un réseau de type voies rapides / autoroute (par exemple : Cagliari). Ces cas particuliers nous permettront de nuancer des liens existants entre trafic portuaire et l'interconnexion mer / route comparativement aux autres types d'interconnexions des ensembles portuaires européens.

Interconnexion fluviale et diversification de la gamme des dessertes terrestres

Les interconnexions entre le réseau fluvial et le réseau maritime donnent à ceux des ports européens ''mouillés'' par des voies fluviales navigables, un avantage certain pour diversifier la gamme traditionnelle de leurs dessertes terrestres (rail, route) en favorisant une alternative modale de desserte de leur arrière-pays respectifs la moins chère (i. e. : la plus économique) du point de vue de l'analyse comparative des coûts de transport relativement aux différentes alternatives modales de pré et post acheminements terrestre de conteneurs maritimes. Ainsi, nous considèrerons le dénombrement des voies navigables qui alimentent un port, comme une mesure pertinente de la capacité portuaire d'interconnexion mer / fleuve sachant que le transport fluvial est relativement peu utilisé dans les pré et post acheminements terrestres de conteneurs dans l'Europe du sud (dont la France, la géographie favorisant les ports du Bénélux). La traduction technique de ce second critère est la création de la variable *Interconnexion fluviale de l'ensemble portuaire*, identifiée dans le tableau de données par « *Waterway* » et qui a été renseignée pour les 73 ports de notre sélection à l'aide de deux sources : *Lloyd's Maritime Atlas*, édition 2002 et le *Grand Atlas Hachette*, édition 2003.

[4] Sources : Institute of Shipping Economics and Logistics, Shipping Statistics Yearbook 2002

Interconnexion ferroviaire et répartition directionnelle des lignes

Pour évaluer les interconnexions portuaires de type *mer / fer*, le dénombrement des voies ferrées différenciées (en termes de répartition directionnelle des lignes ferroviaires) qui interconnectent un ensemble portuaire européen donné, nous est apparu dans un premier temps, pertinent. Il est clair que l'existence de plusieurs voies ferrées dont les orientations sont géographiquement distinctes augmente l'efficacité de l'interconnexion portuaire en termes de rayonnement territorial et donc de desserte de l'arrière-pays du port considéré. En effet, à la différence du mode routier, le mode ferroviaire n'offre qu'une gamme restreinte de destinations alternatives à partir d'un port donné et ce, sans avoir obligatoirement recours à un point nodal à l'intérieur des terres. Ainsi, la variété des directions des lignes ferroviaires offertes à partir d'un ensemble portuaire donné, constitue un critère supplémentaire pour évaluer l'attractivité des ensembles portuaires européens.

Cependant, des considérations statistiques évoquées ci-dessus n'ont pas permis de valider la significativité de ce critère ni, donc, de le conserver dans l'analyse.

Interconnexion aérienne et la promotion actuelle des ports européens

L'existence d'un aéroport à proximité d'un port maritime est de nos jours présentée comme un facteur important dans la promotion commerciale portuaire (sur les sites web portuaires) et le développement d'activités intermodales.

On peut donc observer d'une part l'intérêt des acteurs du transport pour le développement des activités intermodales et d'autre part l'impact conjoint croissant de l'aménagement harmonieux des infrastructures de voirie urbaine et des infrastructures de transport. Il augmente l'attractivité potentielle des villes portuaires sur les acteurs économiques. Les aéroports en tant que nœuds de transport aérien représentent des atouts pour le déplacement de passagers dans des délais restreints. Ils sont un facteur-clef pour le développement d'activités tiers et pour la mise en place potentielle de services de fret intermodaux du type air / mer (bien qu'aujourd'hui ces activités ne soient pas significatives).

Mais comment mesurer l'efficacité de ces interconnexions air / mer ? Comment pouvoir comparer, à l'aide de critères homogènes, leurs effets sur l'attractivité des ports ? La distance routière entre un port et l'aéroport le plus proche peut être considérée comme une mesure possible de l'efficacité des interconnexions air / mer, et par là même, comme un critère supplémentaire d'attractivité intermodale pour un ensemble portuaire.
Des considérations statistiques déjà évoquées n'ont pas permis de conserver cette variable dans l'analyse.

Terminal portuaire à conteneurs comme lieu intermodal portuaire

Le terminal spécialisé pour la manutention des conteneurs est *Le véritable et authentique nœud intermodal* portuaire. En effet, cet ensemble spécifique permet les opérations de transfert physique de conteneurs entre les vecteurs propres aux différents modes de transport. Les ports qui développent les trafics les plus importants et ceux qui cherchent à attirer le trafic conteneurisé ont bien souvent amélioré conjointement la capacité de leurs terminaux existants et mis en service de nouveaux terminaux en fonction de la forte croissance de la demande. Néanmoins, il est évident que le simple dénombrement du nombre de terminaux n'est sûrement pas le critère de comparaison interportuaire le plus objectif, car il dépend de multiples facteurs. Entre autres facteurs très diversifiés, nous citerons : la surface utile (physique) dans la zone portuaire dédiée aux terminaux à conteneurs, le nombre d'entreprises de manutention, ou encore les diverses configurations et la distribution spatiale des infrastructures dans la zone portuaire (à savoir : passage à niveau, entrepôts, écluses, et toute autre infrastructure utilitaire souvent impossible à délocaliser dans une zone portuaire).

Cependant, ce critère nous permet d'apprécier le niveau de spécialisation d'un port dans le trafic de conteneurs. Ce pourquoi, ce critère qui est ici traduit par la variable : *Terminaux portuaires à Conteneurs* et identifiée dans le tableau de données par « *Terminals* » a été renseignée pour les 73 ports de notre sélection à l'aide du *Containerisation international Yearbook 2002*, représente un degré de performance pour ces derniers, en termes de manutention de conteneurs et donc en termes d'intermodalité portuaire.

Stockage temporaire aux terminaux à conteneurs comme critère d'interconnexion modale portuaire ?

Le critère relatif à la *Surface de stockage sur terre-pleins attenants aux postes à quais* est initialement considéré dans cette analyse en fonction de son rôle dans l'évaluation de l'attractivité des ports européens sur les trafics conteneurisés qui a pu être évalué dans une précédente étude. Le présent article se positionne dans la

continuité logique d'un premier travail[5] qui analysait en quoi et dans quelle mesure, les infrastructures portuaires étaient potentiellement explicatives de l'intensité des trafics portuaires mesurés dans différents sites européens. En d'autres termes, il s'agissait de mettre en évidence un nombre réduit de caractéristiques infrastructurelles explicatives de l'importance de la performance économique des ports, lorsque celle – ci était mesurée en termes de trafics maritimes portuaires. La technique factorielle utilisée dans cet article a permis de proposer deux nouveaux indicateurs synthétiques construits à partir d'une même série de neuf indicateurs de taille (surfaces de stockage, linéaires et postes et quais dédiés), d'outillage (grues et portiques) et d'équipement (*reefer plugs* et terre-pleins adjacents aux quais) et d'un indicateur classique de performance portuaire (trafic conteneurisé):

- un premier indicateur général de performance portuaire a mis en évidence le lien significatif qui existe entre l'importance des trafics conteneurisés et l'existence de terre-pleins attenants aux postes à quais dédiés aux conteneurs (*On-dock* ou *back up container storage areas*) ;
- un second indicateur a permis de comparer et de caractériser les ports en Europe selon un double gradient de modernisation et de spécialisation – conteneur. Ceci discriminait les grands ports généralistes européens qui développaient aussi une activité conteneur, des autres ports principalement dédiés à l'activité conteneur (sans être pour autant des plateformes de transbordement direct mer / mer ou exclusivement des terminaux dédiés).

Or si ce critère est incontestablement un critère d'intermodalité portuaire - les zones de stockage temporaire de conteneurs étant situées à proximité directe des postes à quais, elles englobent nécessairement les zones de manutention de conteneurs pour les chargements et déchargements des boîtes à partir de, et vers, les autres modes : trains, tracteurs routiers et /ou barges fluviales – la question qui sera développée dans ce qui suit, revient à savoir si ces superficies de stockage temporaire sont effectivement des lieux véritables de l'interconnexion des modes maritimes et terrestres dans les places portuaires européennes de notre sélection ? En d'autres termes, peut-on et doit–on différencier les opérations de transbordement direct (mer / mer) des opérations classiques de passage portuaire des conteneurs de l'espace maritime à l'espace continental lorsque l'on combine un critère de stockage temporaire avec des critères d'interconnexion ?

Ce critère qui est ici traduit par la variable : *Surface de stockage sur terre-pleins attenants aux postes à quais exprimée en m²* et identifiée dans le tableau de données par ''*StorageS*'' ; a été renseigné pour les 73 ports de notre sélection à l'aide du *Containerisation international Yearbook 2002.*

Portique de quai à conteneurs comme équipement majeur de manutention de conteneurs

Les portiques à conteneurs *« Gantry Cranes »* constituent de fait, les équipements portuaires incontournables pour la manutention rapide (bord - à quai) verticale des conteneurs. L'efficacité portuaire des opérations de chargement/déchargement des navires est ainsi conjointement liée à la cadence de manutention de chacun des portiques à quai et à leur le nombre. On peut donc considérer ces portiques spécialisés comme l'équipement-clef de l'intermodalité portuaire. Par ailleurs, dans un souci évident de rentabilité, les armateurs de flottes porte-conteneurs cherchent à minimiser le temps d'escale de leurs navires en fonction des capacités de manutention offertes dans les différents ports. Ils portent donc un intérêt tout particulier à la productivité des portiques spécialisés. On considère ce critère comme un des plus importants dans l'attractivité des ports européens. Il est ici traduit par la variable *Portiques à Conteneurs* et identifiée dans le tableau de données par ''*Gantry*'' qui a été renseigné pour les 73 ports de notre sélection à l'aide du *Containerisation international Yearbook 2002* et divers sites web portuaires.

Rampes RORO comme facteur supplémentaire d'attractivité portuaire

Les rampes d'accès dédiées au roulage « *Roll On /Roll Off »*, ou quais dédiés à l'embarquement et au débarquement de véhicules routiers jouent un rôle indispensable dans l'intermodalité portuaire car elles constituent un point de contact entre les réseaux maritime et routier. Les facilités RO/RO sont aujourd'hui un véritable atout au sein des ensembles portuaires qui enregistrent de notables augmentations de trafic roulier. Ainsi, l'existence de rampes adaptées au roulage et leur présence en nombre dans un port constituent un facteur supplémentaire en faveur de l'attractivité d'un port en Europe. Ce critère est ici traduit par la variable *Rampes pour le roulage Roll On /Roll Off* et identifiée dans le tableau de données par ''*Ramps*'' qui a été renseignée pour les 73 ports de notre sélection à l'aide du *Containerisation international Yearbook 2002.*

Les valeurs observées sur les 73 ensembles portuaires européens pour les sept variables portuaires sélectionnées sont présentées dans la matrice d'information du tableau 2 ci-dessous (tableau 2).

[5] Joly O. Martell. H. (2003) Infrastructure Benchmarks for European Container ports. The 4th Inha–Le Havre International Conference: Regional Cooperation & Economic Integration – European & East Asian Experiences. Incheon 8-9th of October 2003, Section IV. Logistics and Port Economics, pp. 147-154

Tableau 2 – Caractéristiques des 73 ports européens :
Variables d'infrastructures intermodales, d'interconnexion et de trafic conteneurisé portuaires

Code international	Trafic Conteneur Pleins 2001 exprimé en EVP *(Sources : Institute of Shipping Economics and Logistics, Shipping Statistics Yearbook 2002)*	Terminaux portuaires à Conteneurs *(Sources : Containerisation international Yearbook 2002, Informa, London)*	Surface de stockage sur terre-pleins attenants aux postes à quais exprimée en m² (Sources : Containerisation international Yearbook 2002, Informa, London)	Portiques à Conteneurs (Sources : Containerisation international Yearbook 2002, Informa, London)	Interconnexion autoroutière de l'ensemble portuaire *(Sources : Lloyd's Maritime Atlas, 2002, London & Grand Atlas Hachette, 2003 Paris)*	Rampes pour le roulage Roll On /Roll Off *(Sources : Containerisation international Yearbook 2002, Informa, London)*	Interconnexion fluviale de l'ensemble portuaire (Sources : Lloyd's Maritime Atlas, 2002, London & Grand Atlas Hachette, 2003 Paris)
Port Code	**Full**	**Terminals**	**StorageS**	**Gantry**	**Road**	**Ramps**	**Waterway**
AAR	267000	2	1 060 000	8	0	1	0
ALI	1766466	2	536 000	15	0	5	0
AMS	45000	6	636 000	8	5	3	1
AOI	68751	2	50 000	2	2	1	0
ANR	3450547	8	3 164 979	29	7	15	3
PES	931389	2	600 000	1	0	3	0
BCN	1058747	6	384 000	8	3	2	0
BRI	1206	2	76 000	0	0	0	0
BFS	137845	7	427 000	6	3	1	3
BIO	330823	2	200 000	10	3	5	0
BOD	33017	2	600 000	3	3	1	2
BRE	2487399	3	2 065 858	28	2	5	0
BRS		2	140 000	0	2	2	1
ZEE	664890	4	2 249 100	11	0	6	1
CAG	21712	1	400 000	9	0	1	0
CQF	170549	0	250 000	0	2	8	1
CTA	0	1	30 000	8	2	1	0
THA	1142988	3	829 000	3	0	3	1
CPH	95955	2	185 000	5	9	1	5
DOV		1	22 000	3	1	6	0
DUB	1206149	4	370 800	9	2	5	1
DKK	95918	2	85 500	5	2	1	0
HUQ	77000	1	35 270	1	2	2	1
GDY	152489	1	662 000	4	0	1	1
GOA	1165719	5	1 348 877	16	4	8	0
GIJ	7488	1	40 000	1	2	2	0
GIO	1900204	1	950 000	8	2	1	0
CYP		1	155 000	3	4	1	1
GOT	507000	1	1 550 000	8	4	19	0
HAM	4047937	6	3 837 000	43	8	11	1
HLS	65000	1	1 500 000	2	2	40	0
HEL	355920	3	831 000	9	5	1	1
GBY	138267	5	538 914	8	1	12	1
FXT	1459036	5	2 291 670	20	0	4	0
IST	178947	4	336 244	9	2	3	0
HUV	114418	2	178 000	3	0	11	0
KRE	77882	1	250 000	3	1	3	0

OTK	153495	1	200 000	4	1	6	1
LSZ	712349	2	170 000	11	3	1	0
LEH	1266406	4	1 750 000	25	1	12	1
LIS	314767	3	307 652	10	4	1	2
LPL	400015	1	555 690	6	2	6	2
GHO	406115	3	639 000	5	2	16	0
LCK	53052	2	187 500	2	2	16	1
MRS	579625	4	515 000	3	4	33	1
MRG	61449	1	167 877	3	2	2	0
TES	198154	2	238 400	2	0	1	1
SNR	84458	4	210 000	2	2	2	1
NAP	328440	1	135 000	5	3	2	0
NCE	0	0	0	0	2	0	0
OSL	113867	1	1 234 255	6	3	11	1
PMO	11591	1	45 000	3	2	1	0
LEO	226508	2	149 700	4	3	1	1
PME	0	0	189 000	6	2	4	0
RAN	107141	2	335 000	5	1	4	0
RIX	73900	1	560 000	3	0	2	1
RTK	830	1	100 000	1	3	3	1
RTM	5098456	13	5 124 600	34	6	11	3
URO	90373	1	260 800	2	3	1	1
STP	235000	2	252 500	13	0	8	1
SLR	97269	1	50 000	4	4	0	0
SKG	176883	1	180 000	4	0	3	0
SVN	35798	1	196 000	2	3	1	0
SOU	811396	1	787 875	12	3	5	1
STO	26774	1	100 000	1	5	2	3
TLL	53797	1	115 000	3	0	2	0
TAR	168447	1	700 000	5	0	0	0
TAA	25277	1	21 250	0	2	4	0
TRS	153204	1	350 000	7	3	2	0
VAL	1038531	3	1 900 000	18	0	2	1
VCE	176400	1	185 000	4	3	5	0
VGO	111328	3	65 000	6	3	5	2
WIH	26705	1	4 000	0	1	2	0
Moyenne	**516 113**	**2,34**	**641 730**	**7,26**	**2,23**	**5,10**	**0,70**
Ecart-type	**923 528**	**2,10**	**907 263**	**8,06**	**1,90**	**6,80**	**0,96**

Analyse de données préliminaires : corrélations des 7 variables d'intermodalité et trafic

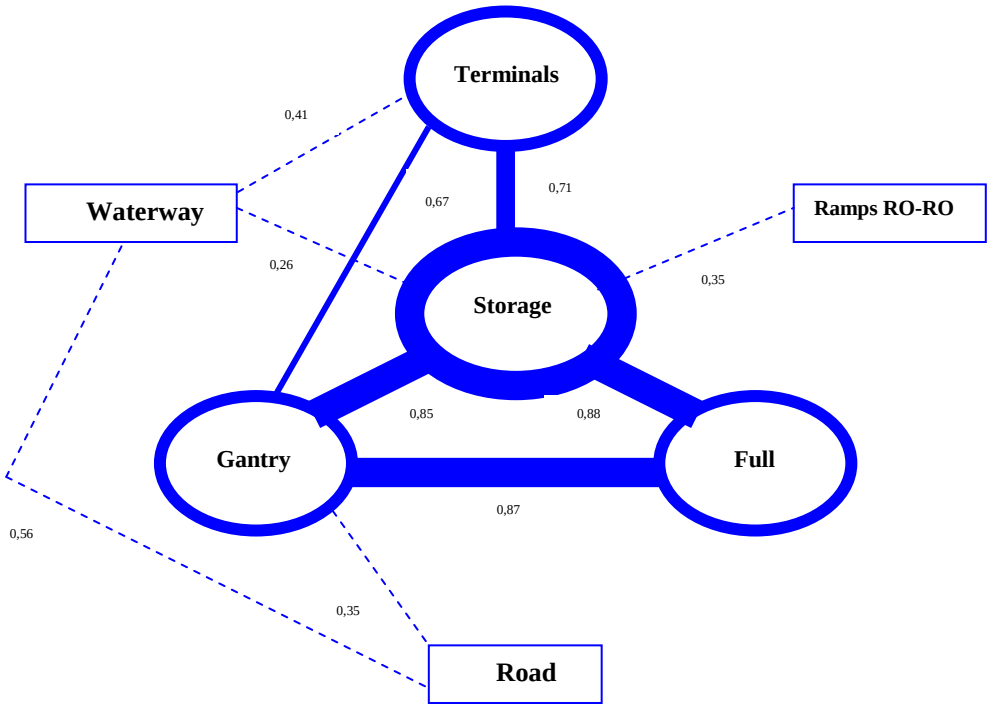
Une première analyse de la matrice de corrélation (Tableau 3) montre que tous les coefficients sont positifs, ce qui signifie que toutes les variables d'interconnexion, d'intermodalité et de trafic portuaires ont des distributions géographiques ressemblantes. La différenciation entre les 73 ensembles portuaires se traduit donc par l'opposition entre ceux qui ont des valeurs plutôt fortes par rapport à l'ensemble des 7 variables, à ceux qui présentent des valeurs plus faibles. La première composante principale F1 reproduit dans cette situation un classement des 73 ensembles portuaires selon l'intensité de leurs valeurs par rapport à l'ensemble des 7 variables qui ont toutes des distributions similaires et sont donc projetées d'un même côté de F1 (Figure 2).

Tableau 3. Matrice de corrélation 7 x 7 (Bravais – Pearson)

	Full	Terminals	Road	Waterway	StorageS	Gantry	Ramps
Full	1,00						
Terminals	0,71	1,00					
Road	0,36	0,37	1,00				
Waterway	0,23	0,41	0,56	1,00			
StorageS	0,88	0,71	0,31	0,26	1,00		
Gantry	0,87	0,67	0,35	0,20	0,85	1,00	
Ramps	0,21	0,21	0,15	0,03	0,35	0,18	1,00

La matrice de corrélation montre que trois des quatre plus fortes corrélations linéaires (Figure1) entre les variables originales impliquent la variable de stockage temporaire « *StorageS* ». Elles semblent constituer un ensemble spécifique de variables « sœurs » : avec une corrélation linéaire directe statistiquement significative de 0,88 pour « *Full* » ; 0,85 pour « *Gantry* » et un peu moindre : 0,71 pour « *Terminals* ». Une Analyse des corrélations entre les sept variables originales inspirée de la méthode du « *Linkage Analysis* » permet de percevoir graphiquement et de caractériser numériquement ces variations concomitantes entre les sept variables sélectionnées (ce qui n'infère pas automatiquement un lien de causalité entre elles) à l'aide d'une représentation sagittale sous forme de graphe non orienté dont les arêtes sont valuées par les coefficients de corrélation linéaire de *Bravais – Pearson*. (Figure 1).

Figure 1. Graphe des relations entre les 7 variables portuaires



Nous pouvons alors présenter la méthode de réduction factorielle utilisée (ACP Normée) et un aperçu sur les contraintes techniques qui lui sont attachées.

Analyse factorielle de données pour la mise en évidence des rapports entre les infrastructures intermodales portuaires et l'évolution des trafics conteneurisés pleins

L'analyse en composantes principales est une technique classique de l'analyse factorielle des données qui permet d'extraire une grande part de l'information contenue dans un ensemble important de données (matrice d'information, Tableau 1) et de la résumer (réduire) à l'aide d'un nombre restreint de facteurs, en recherchant des dimensions latentes non directement accessibles à une observation globale[6].

Considérant à l'instar de J.B. Racine et H. Reymond que l'ACP est, au niveau de la matrice de corrélation linéaire (de *Bravais-Pearson*), un procédé strictement algébrique qui n'ajoute rien aux données originales, il n'implique pas obligatoirement leur normalisation. Seules trois contraintes initiales portant sur les données originales ont été respectées :

- seules des variables quantitatives mesurables ont été utilisées pour comparer les ports européens ;
- aucun ratio rapportant les variables les unes aux autres n'a été construit à l'aide des observations originales ;
- toutes les variables originales retenues dans les traitements analytiques ont été centrées et réduites (standardisation des variables par la moyenne arithmétique et l'écart-type) afin de rendre comparables des valeurs numériques observées exprimées dans des unités de mesure distinctes (et par là même justifier l'utilisation de la métrique euclidienne).

Rappelons que les méthodes appliquées de réduction factorielle de données ne donnent pas de résultats pertinents quand les variables initiales ne sont pas statistiquement corrélées. A l'inverse, la matrice de corrélation montre (Tableau 3) qu'il n'y a pas de cas de redondance d'information incompatibles parmi les sept variables retenues. Ainsi, nous admettons que ces sept variables puissent être résumées de manière adéquate par seulement deux composantes principales. Dans cette analyse, les deux premières composantes principales notées F1 et F2 expliquent à elles seules 72,16% de la variance totale du nuage des 73 ports européens sélectionnés (i. e. : de l'information contenue dans le Tableau 1), leurs valeurs propres associées sont toutes les deux de valeur supérieure à 1 (en accord avec le critère de Kaiser sur le choix du nombre de composantes principales à retenir dans une analyse en composantes principales), respectivement 3,80 et 1,25 (Tableau 4).

Tableau 4. Valeurs propres associées aux 7 composantes principales

Numéro	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	3,80	54,27	54,27
2	1,25	17,89	72,16
3	0,92	13,21	85,37
4	0,49	6,95	92,33
5	0,31	4,38	96,71
6	0,13	1,83	98,54
7	0,10	1,46	100,00

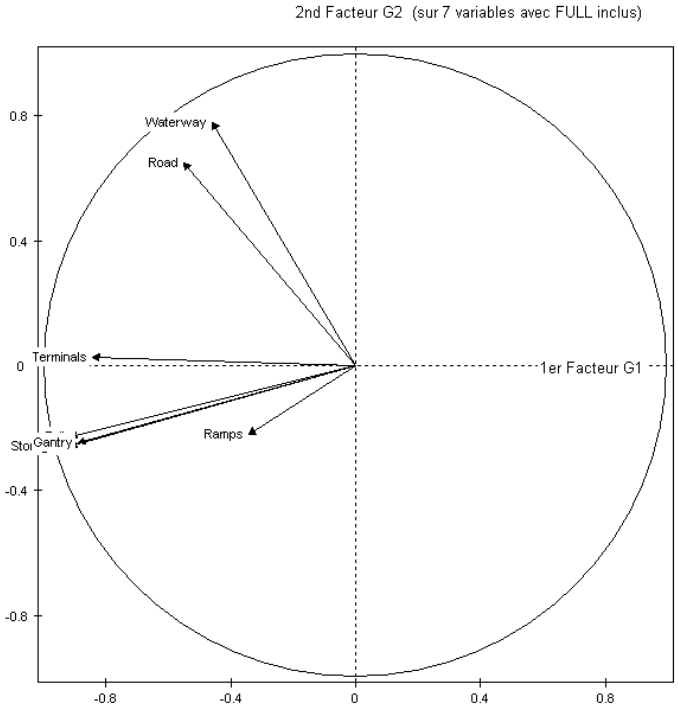
En conséquence, on considère qu'un petit nombre de composantes (ici 2) est suffisant pour caractériser les principaux aspects des différences entre les 73 ensembles portuaires européens sélectionnés.

[6] « Permettant de remplacer les variables originales par les facteurs que ces variables ont soit en commun, soit en groupe, soit d'une manière spécifique, l'analyse factorielle apporte donc une description, sous forme simple et résumée du réseau complexe des interrelations existant au sein d'un ensemble de variables associées » (Racine, Reymond, 1973).

Tableau 5. Corrélations des variables originales avec les 7 composantes principales (facteurs)

Libellé de la variable	F 1 (G1)	F 2 (G2)	*F3*	*F4*	*F5*	*F6*	*F7*
Full	**-0,91**	**-0,23**	*-0,16*	*0,08*	*-0,07*	*0,19*	*-0,20*
Terminals	**-0,84**	**0,03**	*-0,09*	*-0,31*	*0,43*	*-0,03*	*0,01*
Road	**-0,55**	**0,65**	*0,15*	*0,48*	*0,14*	*0,02*	*0,04*
Waterway	**-0,46**	**0,78**	*0,02*	*-0,35*	*-0,24*	*-0,02*	*-0,04*
StorageS	**-0,92**	**-0,26**	*-0,01*	*-0,04*	*-0,16*	*0,11*	*0,24*
Gantry	**-0,89**	**-0,25**	*-0,19*	*0,15*	*-0,12*	*-0,28*	*-0,03*
Ramps	**-0,34**	**-0,22**	*0,91*	*-0,05*	*-0,01*	*-0,03*	*-0,05*

Figure 2. Cercle de corrélations (première et seconde composantes principales)



Dans la figure 2, la coordonnée de chaque variable sur l'axe horizontal (noté facteur G1 pour les variables et *dual* de F1 pour les individus portuaires) est égale à sa corrélation linéaire avec la première composante principale (Tableau 5, voir la colonne F1(G1)). Les coordonnées des 7 variables sont négatives car elles sont toutes corrélées négativement avec la première composante principale : un ensemble portuaire ayant une forte valeur négative pour cette composante F1 (Figure 3, voir les ports situés dans la partie gauche du plan factoriel F1 x F2) a généralement des valeurs observées élevées dans l'ensemble des variables d'intermodalité portuaire, d'interconnexion modale et de trafic (Tableau 2). A la différence de l'axe horizontal, sur l'axe vertical G2, 2 coordonnées sont positives pour les variables « Waterway » et « Road » (Tableau 5, voir la colonne F2 (G2)), les autres sont négatives. Cette seconde composante traduit donc une opposition entre certaines variables. Cette opposition est facilement interprétable.

Interprétation des 2 composantes principales

La première composante principale (ou axe factoriel) F1 reflète donc typiquement un effet de masse : toutes les variables sont projetées du même côté négatif (Figure 2 & Tableau 5). Cette première composante est celle dont la variance est maximale, elle met donc en évidence la structure qui différencie le plus les ensembles portuaires européens. Elle résume ici plus de 54% de l'information initiale contenue dans le tableau 2 (donc plus

de 54% la dispersion totale du nuage des 73 points représentant les 73 ensembles portuaires dans l'espace des 7 variables retenues).

- **Première composante principale F1 par 2 des 7 variables actives : *Degré portuaire d'attractivité des flux conteneurisés***

Dans la continuité de résultats d'une première analyse de comparaison des performances des ports européens[7], on observe cette fois –ci, pour 73 ports européens, que le critère d'intermodalité portuaire relatif à la *Surface de stockage sur terre-pleins attenants aux postes à quais,* traduit par la variable active : « *StorageS* » (mesurée en unité de surface métrique : m²) contribue, conjointement au critère de performance portuaire relatif au *Trafic annuel de conteneurs pleins* traduit par la variable active «*Full*» (mesurée en EVP), à la formation de la première composante principale F1 (Tableau 6).

Ainsi, il apparaît que cette première composante F1 permet de discriminer les ports européens de notre sélection en fonction de leur capacité à transborder les conteneurs pleins directement à partir des installations portuaires terminales juxtaposées aux mur de quai. Ici, l'existence de terre-pleins attenant aux postes à quais dédiés aux conteneurs (*on – dock* ou *back up container storage areas*) doit être distinguée des surfaces d'entreposage et de manutention non directement contiguës aux murs de quai, qui ne sont pas, à proprement parlé, intégrées aux installations terminales dédiées au traitement «rapide» des conteneurs qui ne nécessitent pas d'éventuels brouettages intra portuaires d'un terminal à l'autre, voire d'un terminal à un entrepôt distant.

Nous plaçons donc notre interprétation dans la logique d'accroissement de productivité de bon nombre de terminaux à conteneurs modernes en Europe, qui mettent en place, grâce à une technologie du type « *Differencial Global Positioning System* » couplée à des transmissions de données par radiofréquences, une stratégie qui consiste à gérer en temps réel les équipements de manutention et à assurer des cadences de chargement / déchargement plus rapides, c'est-à-dire à gérer les conteneurs à l'import, à l'export et en transbordement direct sur une même zone de stockage en cherchant à *optimiser* cette même surface de stockage. En résumé, on observe que les variations de trafic de conteneurs pleins sont directement liées aux variations de surface de stockage temporaire de conteneurs sur les terminaux mais aussi aux équipements modernes de manutention verticale qui y sont exploités, c'est pourquoi nous qualifions cette première composante principale : ***«Degré portuaire d'attractivité des flux conteneurisés »***

Tableau 6. Première composante principale F1

Libellé de la variable	Coordonnée	Contribution	Moyenne	Ecart-type
StorageS	-0,92	22%	641 730	907 263
Full	-0,91	22%	51113	923 528
Z O N E C E N T R A L E	Zone d'indétermination qui contient les 5 autres variables qui ne sont pas significatives pour la caractérisation de la première composante principale F1			

- **seconde composante principale F2 par 3 des 7 variables actives : *Gradient portuaire d'interconnexion modale***

La seconde composante définie par F2 apporte des informations qui complètent celles apportées par F1 et résume presque 18% de l'information initiale contenue dans le tableau 2 (donc presque 18% la dispersion totale du nuage). Le rôle joué par la variable « *Waterway* » dans la formation de cette seconde composante est prépondérant : 48% (Tableau 7), celui joué par la variable « *Road* » : 33% est non négligeable, tandis que les 5 autres ne contribuent jamais à plus de 5%… Néanmoins, F2 souligne l'opposition structurelle entre les variables « *Waterway* » et « *StorageS* » qui n'était pas, a priori, évidente à déceler en raison du manque de liaison apparent entre ces deux variables (Tableau 7).

Cependant, si nous considérons le cas d'autres variables fortement corrélées avec ces deux dernières (Figure 1), l'interprétation de F2 devient alors plus transparente. Il en va de même pour le regroupement des ports sélectionnés sur F2. En effet, la matrice de corrélation montre que trois des quatre plus fortes corrélations linéaires (Figure1) entre les variables originales impliquent la variable de stockage temporaire « *StorageS* ». Elles semblent constituer un ensemble spécifique de variables « sœurs » : avec une corrélation linéaire directe

[7] qui portait sur une sélection de 57 places portuaires européennes (Joly, Martell, 2003)

statistiquement significative de 0,88 pour « *Full* » ; 0,85 pour « *Gantry* » et un peu moindre : 0,71 pour « *Terminals* ».

De son côté la variable d'interconnexion fluviale «*Waterway* » n'est reliée qu'avec la seule variable d'interconnexion routière « *Road* » (Figure2) et ce, avec une corrélation directe peu significative de 0,56. Ainsi, il apparaît que la variable *« Road* » ne pouvait donc être impliquée que secondairement dans la formation de F2 à hauteur de 33% (Figure1 & Tableaux 6 et 8).

Tableau 7. Seconde composante principale F2

Libellé de la variable	Coordonnée	Contribution	Moyenne	Ecart-type
StorageS	-0,26	5%	641 730	907 263
Z O N E C E N T R A L E	Zone d'indétermination qui contient les 4 autres variables qui ne contribuent pas significativement à la formation de la seconde composante principale F2			
Road	0,65	33%	2,23	1,90
Waterway	0,78	48%	0,699	0,961

Il résulte de ces observations que la composante principale F2 oppose d'une part des critères relatifs à la forte spécialisation portuaire en manutention de conteneurs et à l'attractivité portuaire et d'autre part, des critères qui traduisent la diversité des interconnexions modales. La performance portuaire en termes de manutention de conteneurs est reflétée par « *StorageS* » et « *Terminals* », tandis que l'attractivité des ports est reflété par « *Full* ». Enfin, la diversité des interconnexions modales est reflété par « *Waterway* » et «*Road* ».

Cette opposition s'explique par le fait que le degré d'intermodalité d'un port en tant que nœud d'interconnexion pour la circulation des marchandises dépend des installations dédiées aux différents modes de transport terrestre et des pré et post acheminements entre le port et son arrière-pays. De cette manière, les ports les plus spécialisés dans le trafic de conteneurs *« Hubs et Hubs en développement»* ont un besoin tout relatif en pré et post acheminements terrestres compte tenu de leur vocation (ou de leur tendance de spécialisation) au transbordement direct de type mer / mer.

Il est alors envisageable de présumer que plus un port est spécialisé dans le traitement des trafics conteneurisés (en tant que port-terminal à conteneurs), moins le recours aux installations d'interconnexions terrestres est nécessaire. Dans le cas contraire, c'est-à-dire celui des *«Ports généralistes»* (à vocations multiple : vracs liquides et solides, conventionnelles, conteneurs, etc.), les besoins de pré et post acheminements sont les plus grands et utilisent de façon optimisée toutes leurs possibilités d'*«Intermodalité mer-terre »*. Il en résulte que leur activité intermodale se développe d'avantage relativement à celle de Hubs. Ainsi nous nommons cette seconde composante principale : ***« Gradient portuaire d'interconnexion modale ».***

Interprétation des regroupements d'ensembles portuaires européens dans le plan factoriel principal F1 x F2 (ACP Normée)

Quatre regroupements d'ensembles portuaires européens ont pu être dégagés à l'aide de l'analyse en composantes principales couplée à une classification ascendante hiérarchique (CAH) selon le critère d'agrégation des *moyennes mobiles* (Figure3).

Ports secondaires à bonne interconnexion modale

Ce premier ensemble regroupe 9 ports généralistes : Copenhague, Lisbonne, Vigo, Bordeaux, Stockholm, Helsinki, Liverpool, Amsterdam et Belfast, aux trafics variés pour lesquels le trafic de conteneurs n'est assurément pas la principale activité et n'est pas non plus le principal objectif de développement. Dans ces ports sont installés des terminaux à conteneurs d'un niveau de spécialisation respectable qui ne sont pas pour autant les plus performants en Europe. Ces ports ont aussi de bonnes interconnexions aux réseaux autoroutiers, fluviaux et ferroviaires. Leur fonction est de drainer et concentrer les flux de trafic (dont les flux conteneurisés) depuis et vers leurs arrière-pays respectifs. Ainsi nous nommons ce premier ensemble *« Ports secondaires à bonne interconnexion modale »* (Figure 3, Classe 2 / 4).

Ports périphériques à faible interconnexion modale

Un second ensemble de 43 ports localisés dans les moyennes périphéries méditerranéenne et atlantique européenne (à l'exception de Dunkerque et Wihelmshaven) dont notoirement : Messine, Koper, Palerme, Ancona, Ravenne, Catane, Tarragone, et Gijon, regroupe des ports faiblement interconnectés aux réseaux autoroutiers sans relation avec les voies navigables (pour des raisons hydrographiques ou insulaires évidentes). Ils sont néanmoins caractérisés par des *Surface de stockage sur terre-pleins attenants aux postes à quais* nettement inférieures à la moyenne européenne. Les 32 autres ports de cet ensemble sont de nature et de spécialisation très diversifiées et sont mal représentés par seconde composante principale nommée *« Gradient portuaire d'interconnexion modale »*. Ainsi nous nommons ce second ensemble « *Ports périphériques à faible interconnexion modale* » (Figure 3, Classe 1 / 4).

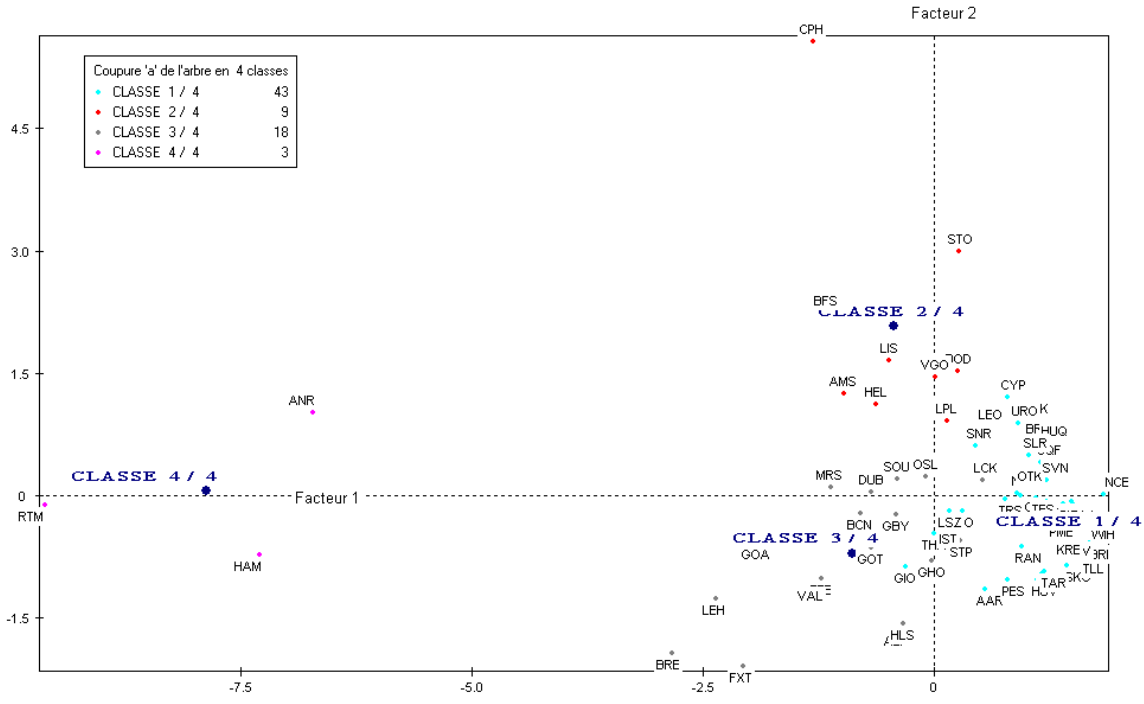
Hubs européens en devenir

Un troisième regroupement significatif d'ensembles portuaires européens peut être mis en évidence dans notre analyse. Il regroupe 18 ports européens dont Southampton, Brême, Le Havre, Felixstowe, Gênes, Valence, Zeebrugge, Marseille, Barcelone, Dublin, Livourne, Göteborg, Oslo, Saint-Pétersbourg et Algésiras qui traitent d'importants trafics conteneurisés (souvent bien au delà du seuil de 500 000 EVP pleins /an) à l'import et à l'export comme en transbordement direct, sur des surfaces étendues dédiées au stockage temporaire qui leur facilitent grandement la régulation des flux conteneurisés. Ces caractéristiques spécifiques les rendent très attractifs pour attirer en particulier, les trafics de transbordement direct. Parmi ces ports nous retrouvons de grands « *Hubs* » européens (Felixstowe, Algésiras) mais aussi des ports encore aujourd'hui généralistes qui pourraient devenir eux aussi des « *Hubs* » ; à savoir Le Havre. Leur connexions intermodales, d'après nos critères, peuvent être considérées comme moyennes voire très faibles comme pour Algeciras et Felixstowe. Notons que Gioia Tauro est un cas limite, il ne fait pas partie de cet ensemble du fait de ses très faibles caractéristiques d'inteconnexions modales et de sa surface de stockage temporaire très proche de la valeur moyenne européenne relative aux 18 ports de ce regroupement. Nous qualifions néanmoins cet ensemble *«Hubs européens en devenir»* (Figure 3, Classe 3 / 4).

Hubs majeurs

Enfin, un dernier regroupement spécifique et attendu doit être mentionné. Il ne concerne que les trois ensembles majeurs européens de la rangée du Nord européen : Rotterdam, Hambourg et Anvers à la fois Hubs européens majeurs et grands ports généralistes (Figure 3, Classe 4 / 4).

Figure 3. Plan factoriel principal F1 x F2 (ACP Normée et CAH)



En conclusion, à partir des relations entre infrastructures intermodales et attractivité portuaire en Europe, il est possible, à partir d'une analyse préliminaire (avant l'élimination des deux critères d'interconnexion aéroportuaire et ferroviaire) d'observer que :

- la présence d'un aéroport et donc l'interconnexion entre réseaux maritimes et aériens ne joue pas de rôle significatif dans l'attractivité des ports européens sur les trafics conteneurisés. Ce qui est en contradiction avec les efforts de promotion commerciale de divers ensembles portuaires européens ;

- L'existence d'interconnexions ferroviaires (telles que nous les avons mesurées) ne semblent pas être linéairement corrélées aux variations des trafics conteneurisés portuaires ; ce qui place de nos jours les interconnexions ferroviaires loin derrière celles qui interconnectent les ports sélectionnés aux réseaux fluviaux et autoroutiers pour attirer et fidéliser ce type de trafics.

L'analyse factorielle des données et l'interprétation des résultats obtenus (ACP Normée), nous permet de monter qu'il n'existe pas d'implication directe (et de lien de cause à effet) entre d'une part, la capacité d'attraction d'un port sur les trafics conteneurisés et d'autre part, ses propres installations intermodales (terminales) et ses interconnexions portuaires pour la desserte de son arrière-pays. Il faudrait identifier tout d'abord quelle serait l'activité ou la vocation principale du port étudié pour avoir une approche de l'importance de ses interconnexions modales.

Parallèlement, nous remarquons que :

- l'efficacité, la variété et la quantité d'interconnexions modales constituent un avantage stratégique et une condition nécessaire pour le fonctionnement des ports secondaires à bonne interconnexion modale, celui des ports périphériques à faible interconnexion modale mais aussi pour le fonctionnement des hubs majeurs et grands ports généralistes en Europe ;

- plus les interconnexions (inter)modales d'un port européen donné sont faibles, plus son degré de spécialisation en tant que terminal de conteneurs est élevé. Dans certains cas limites, on observe des

terminaux portuaires où l'intermodalité n'est réduite qu'aux transbordements unimodaux mer-mer sans réelles interconnexions aux modes terrestres. Il serait donc possible, lorsque l'on combine un critère de stockage temporaire avec des critères d'interconnexion, de différencier les opérations de transbordement direct (mer-mer) des opérations classiques de passage portuaire des conteneurs de l'espace maritime à l'espace continental qui nécessitent des interconnexions aux modes terrestres pour les pré et post acheminements.

Finalement, il est clair que la recherche appliquée aux thématiques opérationnelles portuaires ne peut plus prendre en considération les ports (européens) dans leur ensemble comme objet d'étude (traditionnelle). A l'avenir, il faudra considérer trois objets d'étude : les ports, les terminaux à conteneurs et les ports qui disposent de terminaux à conteneurs si on veut garder une *objectivité maximale…*

Bibliographie

Benzecri. J. P. (1973) **L'analyse de données. tome 1**. Dunod. Paris

Benzecri. J. P. (1980) **L'analyse de données. tome 2.** Dunod. Paris

Bryan. F. J.. Manly (1994) **Multivariate statistical Methods. A primer.** Chapman & Hall (2nd edition)

Daupniné. A. (1973) L'analyse factorielle : ses contraintes mathématiques et ses limites en géographie. **L'Espace géographique**, N°1, 1973, pp. 74-80

Jackson. J. E. (1991) **A User's Guide to principal Components**. Wiley. New York

Bekemans. L. Beckwith. S. (eds) (1996) **Ports for Europe – Europe's Maritime Future in a Changing Environment**. European Interuniversity Press, Brussels, 445 p.

Chadwin. M. L. Pope. J. A. Talley. W. K. (1990) **Ocean Container Transportation – An Operational Perspective**. Taylor & Francis, New York, 141 p.

Chapon. J. (1984) **Travaux maritimes. tome 2.** Presses de L'Ecole nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), Paris

Chlomoudis. C.I. Pallis. A. A. (2002) **European Union Port policy – The Movement towards a Long-Term Strategy**. Edward Elgar, Cheltenham, UK, 231 p.

Escofier. B. Pagès. J. (1997) **Initiation aux traitements statistiques : méthodes, méthodologies**. Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 263 p.

Frankel. E. G. (1998) China's maritime developments. **Maritime Policy & Management**. Vol.?. n°?. pp. 235-?

Fleming. D. K. (1997) World container ranking. **Maritime Policy & Management**. Vol.24. n°2. pp. 175-181

Guillaume. J. (2001) Réseaux portuaires, segments de façade et recompositions régionales. **« Réseaux de transports, flux et recompositions régionales », Journées de la Commission de Géographie des Transports, Comité National de Géographie**, Université du Havre, Le Havre, 5-6 Septembre 2001, pp. 7-13

Hayuth. Y. (1985) Seaports: The Challenge of Technological and functional Changes. In **Ocean Yearbook 5** Edited by Elisabeth Mann Borgese & Norton Ginsburg. The University of Chicago Press. pp. 79-101

European parliament (1993) **European Sea Port Policy**. Directorate General for Research Working Papers., Transport Series, E-1, External Study, Luxembourg, 123 p.

European Society of Transport Institutes (1988) **The maritime-land interface in commercial ports.** International Seminar, Barcelona September 29-30 1988. Generalitat de Catalunya – Departament de Politica Territorial i Obres Publiques – Institut Català per al Desenvolupament del Transport, 230 p.

INRETS (2003) **Transit portuaire des marchandises conteneurisées et leur acheminement : impact des systèmes d'information et de télécommunication**. Synthèse du rapport final – Projet Européen EMBARC WP 2.3, 17 p.

Joly O. Martell. H. (2003) Infrastructure Benchmarks for European Container ports. **The 4th Inha–Le Havre International Conference: Regional Cooperation & Economic Integration – European & East Asian Experiences.** Incheon 8-9th of October 2003, Section IV. Logistics and Port Economics, pp. 147-154

Moreau. M. Mathieu. A. (1979) **Statistique appliquée à l'expérimentation**. Eyrolles, Paris, 188 p.

Notteboom. T. Winkelmans. W. (2002) Spatial (de)concentration of container flows: The development of load centre ports and inland hubs in Europe. **8th World Conference on Transportation Research**. 8th WCTR Proceedings, pp57-71

Slack. B. Comtois. C. Sletmo. G. (1996) Shipping lines as agents of change in the port industry. **Maritime Policy & Management**. Vol.23. n°3. pp. 289-300

Racine. J.B. Reymond. H. (1973) **L'analyse quantitative en géographie**. PUF. Paris

Rimbert. S. (1972) Aperçu sur la géographie théorique : une philosophie, des méthodes, des techniques. **L'Espace gégraphique**. N°2, 1992, pp. 101-106

Togzon. J. L. (1995) Systematizing international benchmarking for ports. **Maritime Policy & Management**. Vol.22. n°2. pp. 171-177

Tsinker. G. P. (1997), **Handbook of Port and Harbor Engineering,** Chapman & Hall, pp. 151-154

Wang. J.J. (1998) A container load centre with a developing hinterland: A case study of Honk Kong. **Journal of Transport Geography**. Vol.6. n°3. pp. 187-201

EPSO (1998) **The ports of Europe – European Sea Ports Organization Handbook 1998/99**. Compass Publications Ltd, Norfolk, 212 p.

EMAP Business (2002) **Containerisation International Yearbook 2002**

Informa UK Ltd (2001) **Lloyd's List 2002 Ports of the World – Volume 2**

Institute of Shipping Economics and Logistics (2002) **Shipping Statistics Yearbook 2002**.