

**LA COMPÉTITIVITÉ DU SERVICE DIRECT *VERSUS*
LE SERVICE PAR TRANSBORDEMENT :
UNE ANALYSE EMPIRIQUE DE LA DESSERTE
DE LA ROUTE MARITIME AFRIQUE DE L'OUEST-
EUROPE DU NORD**

AHIHOUA MAURICE KAKOU

INSTITUT DES HAUTES ÉTUDES EN MANAGEMENT – HEM (CASABLANCA)

INTRODUCTION

Dans un monde où les échanges commerciaux entre les nations ont été multipliés par 33 entre 1950 et 2010 (OMC, 2011), les ports constituent les interfaces physiques qui matérialisent cette globalisation. Ils participent, avec les transports maritimes, à la mise en réseau du monde. Si tous les ports jouent le même rôle et jouissent de fonctionnalités très similaires (FRÉMONT, 2005), l'avènement du conteneur dans les années 1960 puis son développement durant les décennies 1980 et 1990 vont marquer cependant le début d'une mutation dans l'industrie maritime et dans la mise en réseau des ports.

Le développement de la conteneurisation a eu deux conséquences majeures sur l'industrie maritime. La première est technique, la seconde organisationnelle (FRÉMONT, 2005). De par la standardisation des boîtes, il a été possible

pour les opérateurs de réaliser des économies d'échelle et d'envergure en mer comme au port. C'est une étape qui a influencé les stratégies des entreprises de transport maritime en les conduisant à la modification de la morphologie de leurs réseaux par l'introduction des logiques de massification. Par voie de conséquence, le rôle des ports qui abandonnent une partie de leurs fonctions traditionnelles évolue. Certains ports continueront à ne traiter que les trafics de leurs arrière-pays. D'autres par contre, assumant un nouveau rôle et fonction, vont être des lieux d'éclatement des flux ou de croisement des lignes maritimes en direction ou en provenance d'autres ports. Une autre catégorie de ports, considérée comme mixte, assumera les deux fonctions.

La principale mutation organisationnelle entraînée par la conteneurisation est l'émergence de cette deuxième catégorie de ports dit port de transbordement, qui, au croisement des routes maritimes, sont parfois sans lien avec l'arrière-pays.

La lecture du schéma de desserte des ports de l'Afrique de l'Ouest pour l'année 2014 montre que les services par transbordement ont énormément progressé. Ils représentent environ 30 % du nombre de services totaux offerts par les armateurs. Par rapport aux années 2008 et 2010 par exemple, c'est une progression de près de 100 % (TMPA, 2016). Cette progression des services de transbordement en Afrique de l'Ouest coïncide avec la mise en service du hub marocain de transbordement Tanger Med en juillet 2007.

La localisation géographique de Tanger Med, proche de la Côte Ouest-Africaine (COA) et idéalement situé sur la principale route maritime Est-Ouest, facilite la massification et la redistribution des flux. En effet, l'augmentation des services opérés par transbordement en Afrique de l'Ouest provient majoritairement de la mise en service de Tanger Med. Sur l'ensemble des 17 services effectués par transbordement sur la façade ouest-africaine en 2012, 14 sont réalisés via Tanger Med. En début 2014, les activités de transbordement de Tanger Med ont représenté 2,5 millions d'équivalent-vingt-pieds (evp). Répartis par route maritime, l'Afrique de l'Ouest a représenté environ 40 %, la route Europe-Asie 28 %, le reste concerne les autres routes maritimes internationales et le trafic local (cabotage) (AFD-CATRAM, 2013 ; TMPA, 2013 ; TMPA, 2016).

Cette place occupée par les ports de la COA dans les activités de transbordement de Tanger Med s'explique par plusieurs raisons dont les plus importantes semblent être d'une part la recherche par les armateurs d'une plus grande compétitivité du coût des services et d'une meilleure synergie opérationnelle (MAREI, 2012), d'autre part les insuffisances en qualité et quantité des infrastructures portuaires ouest-africaines semblant pousser les armateurs qui disposent des ressources nécessaires à opérer par transbordement afin d'optimiser leurs services (HARDING et alii. 2007 ; TRANSLOG AFRICA, 2012). Ainsi, afin de rendre compte du développement et de la pérennité de ces services de transbordement dans la desserte des ports de la COA, nous pouvons, logiquement, nous interroger sur leur compétitivité en la comparant à celle des services directs pour une même route maritime.

L'objectif global de l'article consiste en la mesure de la compétitivité purement économique des deux types de dessertes : desserte par transbordement *versus* desserte directe. Spécifiquement, il s'agit pour nous d'appréhender de façon empirique la proposition selon laquelle les armateurs desservant les ports de la COA via un transbordement à Tanger Med réalisent davantage d'économies sur leurs coûts opérationnels que ceux proposant des services directs.

1. L'ORGANISATION DES DESSERTES MARITIMES RÉGULIÈRES : LITTÉRATURE ET MODÉLISATION

1.1. LE DÉBAT ENTRE DESSERTE DIRECTE ET TRANSBORDEMENT

L'intégration progressive du transbordement dans les logiques d'organisation des armateurs dans les années 90 a conduit les économistes et géographes des transports à s'interroger sur sa compétitivité comparativement à la desserte directe. PALSSON (1998), FRANKEL (2002) ou encore FRANCESETTI et FOSCHI (2002) ont, ainsi, estimé empiriquement les coûts des services maritimes en fonction du type de desserte. L'étude de PALSSON (1998) montre que le transbordement est moins compétitif que la desserte directe. A l'opposé, les travaux de FRANKEL (2002) ou FRANCESETTI et FOSCHI (2002) indiquent que le transbordement est plus compétitif que la desserte directe.

Selon PALSSON (1998), le fait que la desserte directe soit plus compétitive que la desserte par transbordement dans son étude s'explique, d'une part, par la qualité du port de transbordement. D'après lui, le port de transbordement étudié n'a pas l'infrastructure nécessaire lui permettant d'accueillir et traiter de façon efficace les navires de grandes tailles. Par conséquent, la maximisation des économies d'échelle entre les ports de transbordement ou les principaux ports se trouve limitée. D'autre part, l'éloignement du port des grandes routes maritimes rend difficilement compte de son rôle de plateforme de massification. Cette étude, en effet, a porté sur la mise en place d'un système de desserte par transbordement dans les ports de l'Afrique de l'Ouest où le port d'Abidjan est sélectionné comme port de transbordement.

Dans le cas de l'étude de FRANCESETTI et FOSCHI (2002), les économies d'échelle et de densité ne constituent pas le premier déterminant dans le choix entre système de desserte par transbordement et desserte directe. De ce point de vue, leur étude s'oppose à celle de FRANKEL (2002) qui soutient que le transbordement est basé principalement sur les économies d'échelle provenant de la massification et de l'emploi des navires de grandes tailles. Mais les conclusions de ces deux études ne semblent pas s'exclure l'une l'autre.

Dans le cas de l'étude de FRANKEL (2002), la plupart des ports secondaires sont peu performants au plan infrastructurel, ils n'accueillent que des navires de tailles relativement petites. Ainsi, la taille maximum des navires de desserte directe est comprise entre 2 000 evp et 3 000 evp alors que la taille des navires de collecte est de 2 000 evp et celle du navire-mère de 6 000 evp.

Par conséquent l'effet de l'augmentation de la taille du navire au port de transbordement a un impact assez significatif sur la baisse du coût du transport. Or, chez FRANCESETTI et FOSCHI (2002), la différence entre les tailles des navires est faible. Dans certains scénarios, la taille du navire-mère et la taille du navire de la desserte directe sont équivalentes, ce qui explique que les coûts de transport en mer entre desserte directe et transbordement sont proches.

Par ailleurs, de nombreux travaux (CNUCED, 1990 ; FLEMING, 2000 ; RODRIGUE, NOTTEBOOM, 2010 ; SEVIN, 2011 ; NOTTEBOOM et alii, 2014) soulignent l'importance de la demande de transport dans le choix organisationnel des dessertes. D'après ces travaux, c'est l'existence d'un volume conséquent de marchandises permettant de remplir les navires au départ des ports d'origine pour les ports de destination finale et vice versa qui explique que les armateurs positionnent les navires en service direct. *A contrario*, la baisse du volume de trafic conduit alors au remplacement des services directs par des services indirects (SEVIN, 2011 ; CARIOU, CHEAITOU, 2012). Les services opérés par transbordement sont de ce point de vue adaptés aux ports générant de faibles volumes de trafics (LAM, ISKOUNEN, 2009). Dès lors, la principale mission des navires de collecte consiste à remplir les navires transocéaniques. Cependant, malgré la densité du trafic et la proximité entre les ports, les armateurs peuvent mettre en place des réseaux *hubs and spokes* pour répondre à des besoins principalement organisationnels (FRÉMONT, SOPPÉ, 2005). De la sorte, le volume comme condition *sine qua none* d'organisation des services maritimes en transbordement devient relatif.

Somme toute, les arguments qui militent en faveur du choix de l'un des deux types de desserte restent nombreux. Le Tableau 1 présente une synthèse de la littérature sur les facteurs explicatifs ou de choix des deux types de services et leurs limites.

La multitude d'éléments à considérer dans le choix de l'organisation des services par les armateurs en rend difficile une formalisation globale. Mais, manifestement, tous ces éléments de distinction et/ou de comparaison se retrouvent essentiellement dans la compétitivité, l'efficacité ou la qualité des services offerts.

1.2. UN MODÈLE D'ESTIMATION DES COÛTS D'UNE DESSERTE MARITIME RÉGULIÈRE

L'étude de la compétitivité des services maritimes constitue le principal outil de comparaison entre service direct et transbordement (PALSSON, 1998 ; FRANKEL, 2002 ; FRANCESETTI, FOSCHI, 2002 ; MLTC, 2009). Elle consiste sur une route maritime donnée à estimer le coût du transport selon que le service est couvert par desserte directe ou par transbordement (FRANCESETTI, FOSCHI, 2002).

Tableau 1 : Revue de littérature sur les facteurs de choix et les limites de chacune des deux logiques de desserte

Type de service	Facteurs de choix	Contraintes et limites
Service direct	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisé généralement pour les grandes routes maritimes Est-Ouest en raison de la distance et du volume de marchandises à transporter (FREMONT, 2005) • Permet un meilleur transit time par la réduction du nombre de ports d'escale (HSU, HSIEH, 2005) • Le type de service de facto pour les armateurs de petites tailles (CHAO, WEI, 2012) • Organisation simple (DE MONIE, 1990 ; PALSSON, 1998 ; LAM, ISKOUNEN, 2013) 	<ul style="list-style-type: none"> • Couverture géographique limitée (FREMONT, 2005 ; MLTC, 2009) • Capacité de transport limitée (PALSSON, 1998 ; FRANCESETTI, FOSCHI, 2002) • Absence de flexibilité dans l'organisation du transport (CNUCED, 1990 ; CARIOU, 2000a ; CARIOU, 2000b)
Transbordement	<ul style="list-style-type: none"> • Permet de réaliser des économies d'échelle et de densité sur les réseaux (CARIOU, 2000b ; HSU, HSIEH, 2005 ; CARIOU, CHEAITOU, 2012) • Multiplicateur de destinations (CARIOU, 2000a ; FRANCESETTI, FOSCHI, 2002) • Flexibilité dans l'organisation et l'exploitation du réseau de transport (FREMONT, 2005 ; PACKIARAJAH et alii, 2006) • Facilité dans le redéploiement des différentes tailles de navires (HSU, HSIEH, 2005 ; CHAO, WEI, 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dépendance aux politiques de développement portuaire des Etats (HSU, HSIEH, 2007 ; RODRIGUE, NOTTEBOOM, 2010) • Nécessité d'une double manutention dans les ports hubs, ce qui peut faire accroître le coût de production (FRANCESETTI, FOSCHI, 2002) • Implantation dépendant en partie de la géographie des routes maritimes (RODRIGUE, NOTTEBOOM, 2010) • Organisation parfois complexe et sensible (CNUCED, 1990 ; FREMONT, 2005 ; CHAO, WEI, 2012) • Type de service jouissant parfois d'une mauvaise réputation auprès des ports (HARDING et alii, 2007) • Type de desserte associé à l'inefficacité portuaire (LAM, ISKOUNEN, 2013)

Les méthodes proposées pour l'estimation des coûts d'une ligne régulière partent de simples interviews visant à collecter auprès de l'armateur des informations sur les coûts supportés selon la taille du navire (GILMAN, 1999) ou selon les services offerts (GOUVERNAL, 1997) à de nombreuses méthodes quantitatives. Cependant, l'essentiel des méthodes utilisées correspondent principalement à deux approches.

La première consiste en l'obtention du coût moyen total du navire ou du service par l'addition du coût moyen fixe et du coût moyen variable (PALSSON, 1998 ; FRANCESETTI, FOSCHI, 2002 ; MARITIME INNOVATION, 2007). Or, pour une étude visant à comparer la compétitivité du transbordement par rapport au service direct, la détermination préalable de l'impact des économies et déséconomies d'échelle dans la formation du coût des services est

primordiale (POČUČA, 2006).

La deuxième approche consiste en l'addition du coût moyen en mer et du coût moyen au port pour l'obtention du coût moyen total du navire ou du service (CARIOU, 2000a ; CARIOU, 2000b ; POČUČA, 2006). Par conséquent, cette deuxième approche cadre davantage avec l'objet de notre étude.

En tenant compte de cette deuxième approche, le coût moyen total d'une unité d'evp dans un service de desserte directe ou de transbordement est égal au coût moyen unitaire en mer plus le coût moyen unitaire au port, traduit par l'équation suivante :

$$CT_{kij} = CM_{ki} + CP_{kj} \quad (1)$$

où

CT_{kij} Coût moyen total par evp pour l'armateur du service k sur la route maritime i desservant les ports j ;

CM_{ki} Coût moyen en mer d'une unité d'evp pour le service k sur la route maritime i ;

CP_{kj} Coût moyen au port d'une unité d'evp pour le service k dans les ports j

Les hypothèses suivantes sont considérées :

1. la route maritime est spécifiée avec des ports d'escale ;
2. la fréquence du service maritime est hebdomadaire ;
3. les navires ont des caractéristiques physiques et économiques similaires.

Notre objectif étant de déterminer le coût moyen total de chaque service, il convient de spécifier les coûts et facteurs contribuant à la formation de ces 2 coûts moyens. En s'appuyant sur la théorie et les travaux de PALSSON (1998), CULLINANE et KHANNA (1999), CARIOU (2000a ; 2000b), FRANCESETTI et FOSCHI (2002), POČUČA (2006), MARITIME INNOVATION (2007) et RONEN (2011) relatifs à la production dans le transport maritime de lignes régulières, les coûts et facteurs de coûts retenus sont présentés dans le Tableau 2.

En se basant sur RONEN (2011), nous observons tout d'abord les relations suivantes :

$$Tm_{ki} = D_{ki} / V_{ki} \quad (2)$$

$$R_h = Tm_{ki} + Tp_{kj} \quad (3)$$

$$R_s = (Tm_{ki} + Tp_{kj}) / 168 \quad (4)$$

Pour assurer un service hebdomadaire régulier, le temps de rotation exprimé en semaine R_s doit évaluer le nombre de navires positionnés pour la couverture du service, tel que :

$$R_s = N \quad (5)$$

Il faut à présent déterminer successivement le coût moyen en mer (CM_{ki}) et le coût au port (CP_{kj}) en \$/evp d'un service de desserte régulière sachant que la sommation de ses 2 coûts permet d'obtenir le coût moyen total en \$/evp du (type de) service (CT_{kij}).

Tableau 2 : Tableau de description des coûts en \$ et facteurs de coût pour l'estimation du coût d'une ligne régulière

Type ou facteurs de coût	Description	Notation
Coût en capital (\$/jour)	Le coût en capital varie avec la taille du navire. Il s'obtient à travers le plan d'amortissement financier du navire (FRANCESSETTI, FOSCHI, 2002) ou en se basant sur le taux d'affrètement à temps des porte-conteneurs cellulaires (CARIOU, 2000a ; 2000b).	Cc_k
Coût d'exploitation (\$/jour)	Le coût d'exploitation se compose principalement du coût de l'équipage, des coûts administratifs (charges administratives, frais généraux de management), des frais de maintenance et de réparation, des frais d'assurance et des coûts et commissions des agences.	Ce_k
Coût journalier (\$/jour)	Le coût journalier est la somme du coût en capital et de celui d'exploitation.	Cj_k
Prix du fuel (\$/tonne)	Ce coût varie en fonction de la variation du prix du baril de pétrole.	Pf
Consommation de fuel (tonne/jour)	La consommation de fuel varie en fonction de la taille du navire, de la distance et de la vitesse.	Cf_{ki}
Charges portuaires (\$/jour)	Les charges portuaires comprennent essentiellement les frais de pilotage, de lamage, de remorquage, d'aconage et les droits de port. Elles sont fixes et invariables par rapport au nombre de jour du navire au port.	Lp_{kj}
Frais de manutention (\$/evp)	Les frais de manutention sont dissociés des autres charges portuaires en raison d'une part de leur importance dans l'étude mais aussi du fait qu'ils varient en fonction de la taille du navire, du nombre de conteneur à charger et décharger qui lui-même dépend de la performance portuaire. Ils représentent le produit du nombre de conteneurs manutentionnés par le prix de manutention. Seuls les frais de manutention au transbordement sont intégrés dans les calculs des coûts.	Fm_{kj}
Taille des navires (EVP)	La taille du navire dépend du service et/ou du type de desserte.	EVP_{ki}
Distance nautique (mille nautique)	La distance nautique de la rotation varie en fonction du service et de la route maritime.	D_{ki}
Temps au port (heure)	Le temps passé par les navires au port durant la rotation comprend essentiellement le temps de pilotage, remorquage, attente en rade, temps au quai, temps de manutention, manœuvre de départ, etc. Il dépend du service et varie en fonction de la performance des ports.	Tp_{kj}
Temps en mer (jour)	Temps nécessité par le navire pour parcourir la distance nautique entre les ports. Il dépend du service et varie en fonction de la route maritime.	Tm_{ki}
Temps de rotation (heure : h, jour : j, semaine : s)	Temps nécessité par le navire pour réaliser une rotation complète. Il dépend à la fois du type de service, de la route maritime et des ports.	$R_h ; R_j ; R_s$
Vitesse des navires (nœud)	Vitesse moyenne des navires par type de service.	V_{ki}
Nombre de navires	Nombre de navires par service.	N
Taux de remplissage (%)	Le taux ou coefficient de remplissage représente le taux de remplissage moyen selon le type de service.	β_k
Conteneurs transportés ou manutentionnés par port	Nombre de conteneurs manutentionnés par port ou transportés par navire ou service. Il varie en fonction de la taille du navire, du taux de remplissage du service, de la manutention dans les ports.	evp

Pour déterminer le coût moyen par conteneur en mer CM_{ki} , on sait que pour 1 navire positionné sur un service maritime, le coût en mer correspond au coût journalier du navire (Cj_k) qui est fonction du temps en mer, auquel il faut ajouter le produit du temps en mer à celui de la consommation de fuel par son prix : $Cj_k * Tm_{ki} + (Cf_{ki} * Pf) * Tm_{ki}$. Pour ce navire, le coût moyen journalier est donc : $[Cj_k * Tm_{ki} + (Cf_{ki} * Pf) * Tm_{ki}] / Tm_{ki}$ ou $Cj_k + (Cf_{ki} * Pf)$. Le coût moyen journalier en mer du service est obtenu en multipliant le coût moyen journalier en mer d'un navire par le nombre de navires (N) nécessaires pour assurer le service : $[Cj_k + (Cf_{ki} * Pf)] * N$; de la sorte le coût total en mer du service est : $[Cj_k + (Cf_{ki} * Pf)] * N * Tm_{ki}$. En tenant compte du taux de remplissage moyen du service β_k , la finalité est de déterminer le coût moyen en mer de chaque unité de conteneur transportée sur le service k , il convient donc de diviser le coût moyen journalier en mer du service par la somme des tailles des navires positionnés sur ce service. On obtient donc :

$$CM_{ki} = \frac{[Cj_k + (Cf_{ki} * Pf)] * N * Tm_{ki}}{\beta_k * \sum_{i=1}^N EVP_k} \quad (6)$$

On applique la même démarche pour le coût moyen par conteneur au port (CP_{kj}). Ainsi, pour 1 navire positionné sur un service maritime, le coût associé aux escales portuaires correspond au coût journalier (Cj_k) multiplié par les temps aux ports (Tp_{kj}) plus les charges portuaires (Lp_{kj}) et les frais de manutention (Fm_{kj}) : $(Cj_k * Tp_{kj}) + Lp_{kj} + Fm_{kj}$. Le coût moyen journalier pour 1 navire s'obtient par la division de ce coût aux ports par les temps aux ports : $[(Cj_k * Tp_{kj}) + Lp_{kj} + Fm_{kj}] / Tp_{kj}$. Pour le service, il convient de multiplier le coût moyen journalier pour 1 navire par l'ensemble des navires requis : $[(Cj_k * Tp_{kj}) + Lp_{kj} + Fm_{kj}] / Tp_{kj} * N$. Par conséquent, le coût total au port du service prenant en compte le temps aux ports de l'ensemble des navires donne : $[(Cj_k * Tp_{kj}) + Lp_{kj} + Fm_{kj}] * N$. En tenant compte du taux de remplissage moyen du service β_k , le coût moyen au port d'une unité de conteneur transportée (evp) par service k s'obtient par la division du coût moyen du service par la somme des tailles des navires positionnées sur ce service, tel que :

$$CP_{kj} = \frac{[(Cj_k * Tp_{kj}) + Lp_{kj} + Fm_{kj}] * N}{\beta_k * \sum_{i=1}^N EVP_k} \quad (7)$$

Au final, le coût moyen total d'une unité de conteneur transportée (evp) exprimé en \$/evp selon le (type de) service k (CT_{kij}) est :

$$CT_{kij} = CM_{ki} + CP_{kj}$$

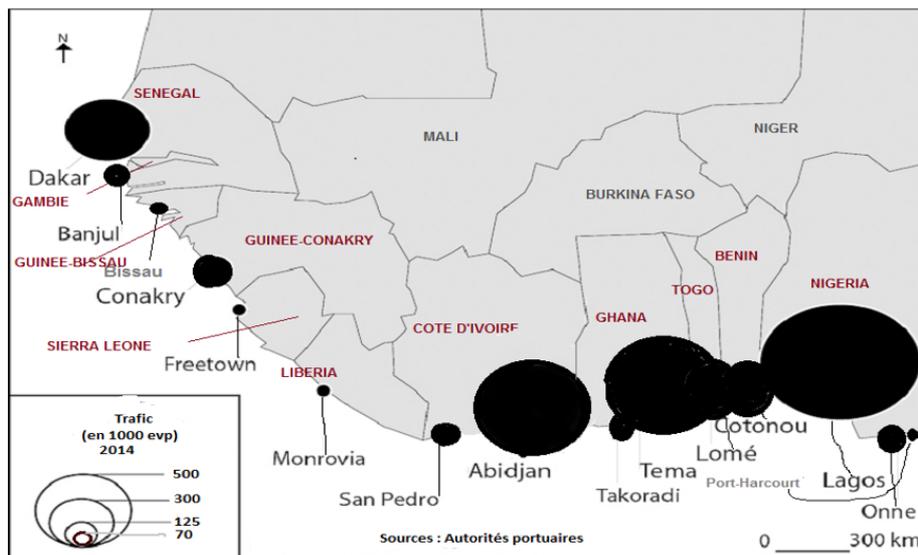
$$CT_{kij} = \left[\frac{[Cj_k + (Cf_{ki} * Pf)] * Tm_{ki}}{\beta_k * \sum_{i=1}^N EVP_k} + \frac{[(Cj_k * Tp_{kj}) + Lp_{kj} + Fm_{kj}]}{\beta_k * \sum_{i=1}^N EVP_k} \right] * N \quad (8)$$

2. APPLICATION DU MODÈLE À LA DESSERTE COA-EUROPE DU NORD

2.1. OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE LA SIMULATION

La façade maritime ouest-africaine ou côte ouest-africaine (COA) correspond à la côte maritime des pays de la Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO¹) qui s'étend sur une distance de plus 1 860 milles (environ 3 000 km). La CEDEAO est composée de 11 pays côtiers, du Sénégal au Nigéria, et 3 pays sans littoral, Mali, Burkina Faso et Niger. On compte sur la COA 15 ports qui bénéficient d'un service maritime régulier avec le reste du monde (Figure 1). Les tailles de ses ports varient considérablement en fonction de l'importance économique des pays. Alors que Lagos (Nigéria), Tema (Ghana) ou Abidjan (Côte d'Ivoire) cumulent des trafics de plus de 600 000 evp par an, ceux de Freetown (Sierra Leone), Monrovia (Libéria), Bissau (Guinée-Bissau) atteignent difficilement les 100 000 evp par an.

Figure 1 : Les ports de commerce de la rangée Ouest-africaine en 2014



Sources : adaptation de DEBRIE (2012) ; autorités portuaires

La localisation du port de Tanger Med au Maroc est telle qu'il est situé quasiment à mi-chemin entre la COA et l'Europe du Nord (Figure 2).

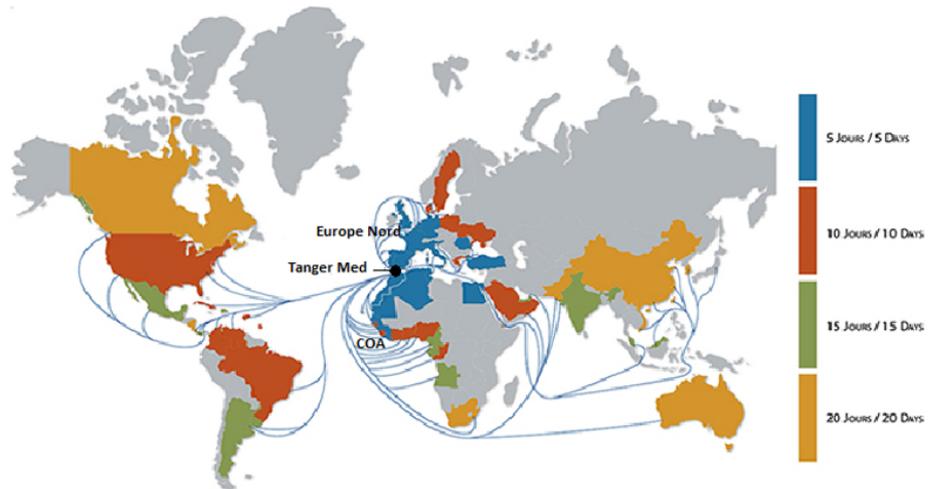
Les objectifs assignés à la simulation sont les suivants :

- . le calcul du coût unitaire par evp (coût du slot hypothétiquement supporté par l'armateur) sur l'axe COA/Europe du Nord pour un service de desserte directe ;

¹ Le Cap-Vert est un pays insulaire qui fait partie de la CEDEAO mais n'est pas intégré dans cette étude pour des raisons de représentation du schéma générique des services maritimes.

- . le calcul du coût unitaire par evp de la même desserte COA/Europe du Nord assurée par un service de transbordement via Tanger Med ;
- . la comparaison des deux coûts unitaires ;
- . la discussion et l'analyse des impacts des coûts en mer, au port et des frais de manutention sur le coût total de chaque type de desserte.

Figure 2 : Tanger Med dans la géographie des services maritimes réguliers



Source : TPA (2016)

Pour appliquer le modèle à notre étude, les hypothèses suivantes sont faites :

1. la route maritime est spécifiée avec des ports d'escale ;
2. pour la desserte par transbordement, Tanger Med est prévu comme port de transbordement le long de la route maritime ;
3. la fréquence du service maritime est hebdomadaire pour les 2 types de desserte,
4. les navires positionnés dans la desserte directe ont les mêmes caractéristiques ;
5. dans la desserte par transbordement, il y a 2 types de navires (les navires de collecte et les navire-mères) et pour chaque type de navire considéré, les navires ont les mêmes caractéristiques techniques ;
6. le taux de remplissage dépend du type de service et l'effet de saisonnalité est absent.

2.2. Données et sources

En référence au modèle, à ses hypothèses et nos objectifs, les données ci-après sont définies :

- . les itinéraires et organisation des dessertes ;
- . les données relatives aux distances ;
- . les tailles et vitesses des navires dans les deux systèmes ;
- . les données liées aux coûts en capital, d'exploitation, coût de fuel ;
- . les données liées aux volumes de marchandises transportées et traitées

- dans les ports ;
- les frais de manutention et autres charges portuaires ;
- les données sur les temps au port et les caractéristiques des ports.

a. Définition des itinéraires et de l'organisation des dessertes

L'itinéraire est la route maritime COA/Europe du Nord. Cet itinéraire s'impose de facto étant donné les objets de l'étude. Ainsi, il existe des services de transbordement pour la COA vers l'Europe du Nord ou l'Asie de l'Est via Tanger Med de même que des services directs. Par contre, il n'existe pas de service direct entre la COA et l'Asie de l'Est passant par la Méditerranée. Aussi, la route entre la COA et l'Europe du Nord constitue à ce jour celle qui mobilise le plus de ressources en termes de services et de nombre d'armateurs (AFD-CATRAM, 2013).

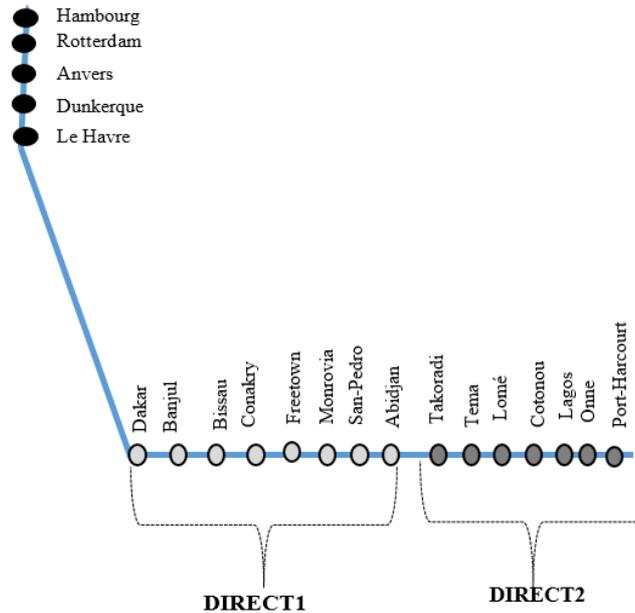
L'observation de l'organisation des services maritimes sur la COA, tels que proposés par les trois principaux armateurs de la région² (MAERSK, CMA CGM, MSC), permet un découpage de la COA en deux rangées portuaires qui rendent compte de cette organisation. La première rangée dite rangée Ouest de la COA part ainsi de Dakar au Sénégal à Abidjan en Côte d'Ivoire. Elle se compose des 8 ports suivants : Dakar, Banjul, Bissau, Conakry, Freetown, Monrovia, San-Pedro et Abidjan. La seconde rangée, la rangée Est, concerne les 7 autres ports situés entre le Ghana et le Nigéria, à savoir Takoradi, Tema, Lomé, Cotonou, Lagos, Onne et Port-Harcourt. PALSSON (1998) ou encore ALANDA et YANG (2013) utilisent un découpage un peu similaire dans leurs différentes études sur la mise en place de port de transbordement en Afrique de l'Ouest. Aussi, le choix des ports d'escale en Europe du Nord reflète principalement la configuration des services maritimes de la COA vers cette partie de l'Europe. Ainsi, 10 des 18 services directs au départ de la COA vers l'Europe du Nord répertoriés en 2013 touchent les ports de Le Havre (France), Dunkerque (France), Anvers (Belgique), Rotterdam (Pays-Bas) et Hambourg (Allemagne) (AFD-CATRAM, 2013). Par ailleurs, une majorité des navires transocéaniques au départ ou en provenance de Tanger Med pour l'Europe du Nord et vice versa touchent ses 5 ports susmentionnés (TMPA, 2016).

Les navires qui opèrent les lignes directes entre l'Afrique de l'Ouest et l'Europe du Nord font généralement la rotation entre 5 à 8 ports sur la COA avant de prendre la direction pour l'Europe du Nord (AFD-CATRAM, 2013). De ce fait, il est possible de supposer, dans cette étude, l'existence de 2 lignes maritimes directes au départ et à l'arrivée de l'Afrique de l'Ouest pour les ports de l'Europe du Nord : DIRECT1 et DIRECT2. Ces 2 lignes maritimes sont réparties selon les 2 rangées Ouest et Est de la COA (Figure 3.1).

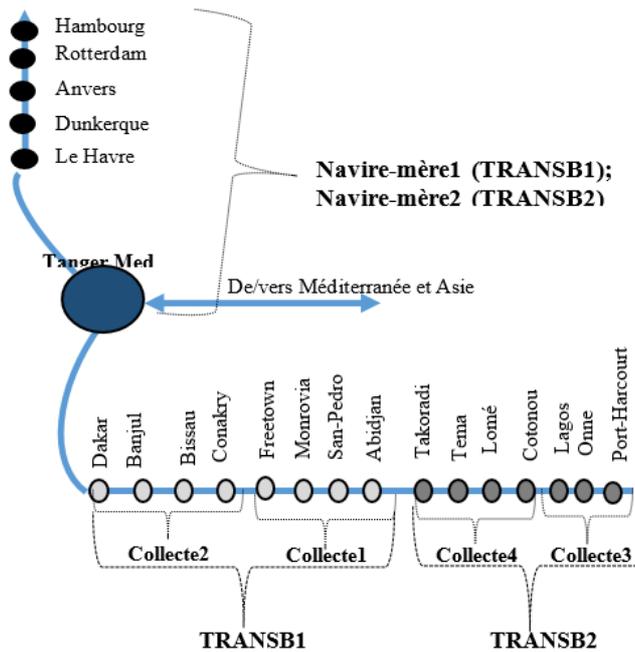
² Les 3 armateurs représentent plus de 67 % du trafic total de la COA : MAERSK (30 %), CMA CGM (22 %), MSC (15 %).

Figure 3 : Schémas de représentation de l'organisation des 2 services directs et des 2 services par transbordement entre la COA et l'Europe du Nord

1. Configuration schématique des 2 dessertes directes au départ de la COA vers l'Europe du Nord



2. Configuration schématique des 4 services de collecte au départ de la COA pour les 2 navire-mères à Tanger Med assurant le relais vers l'Europe du Nord



Ce principe d'organisation des services de transbordement par ces armateurs à Tanger Med est tel que, transposé à notre étude, il existe au départ de la COA 2 services de collecte et de distribution par rangée pour un navire-mère. Ainsi, nous avons 2 lignes de desserte par transbordement qui couvrent la liaison Afrique de l'Ouest-Europe du Nord : TRANSB 1 et TRANSB 2 respectivement pour des services de collecte 1, 2 et 3, 4 (Figure 3.2). L'objectif des services de collecte est d'une part l'alimentation du navire-mère en partance pour l'Europe du Nord en trafic en provenance des ports de la COA, d'autre part, de recueillir de ce navire-mère une partie du trafic en provenance de l'Europe du Nord et destinée aux ports de la COA pour les distribuer dans les dits ports.

b. Les données relatives aux distances

Le Tableau 3 donne une estimation des distances des 2 services directs à partir du premier port de départ en Afrique de l'Ouest jusqu'au dernier port d'arrivée en Europe du Nord et vice versa. Les ports de la rangée Ouest de la COA bénéficient de quelques centaines de milles de moins que les ports de la rangée Est par rapport à l'Europe du Nord. Cependant, les ports de la rangée Est ont une meilleure proximité entre eux. Ce constat reste valable dans le cas des deux services de transbordement avec une légère augmentation de la distance totale dans chacun des 2 services (Tableau 4).

Tableau 3. : Distance en mille nautique entre les ports dans les services directs.

Distance entre le 1^{er} port de départ et dernier port d'arrivée	DIRECT 1	DIRECT 2
Distance du service	4 528	5 051
Distance intra-régionale COA	1 405	649
Distance intra-régionale Europe du Nord	746	746

Tableau 4. Distance en mille nautique entre les ports dans les services par transbordement

Distance entre le 1^{er} port départ et dernier port arrivée	TRANSB 1	TRANSB 2
Distance du service	5 153	5 545
Distance COA – Tanger Med		
Collecte 1 / collecte 3	2 595	3 386
Collecte 2 / collecte 4	2 154	3 041
Distance Tanger Med – Europe du Nord	1 883	1 883

Ces estimations sur les distances proviennent des calculs réalisés à partir des services offerts par les armateurs et de sea-distance (www.sea-distance.com).

c. Tailles et vitesses des navires dans les deux systèmes

Les données fournies par AFD-CATRAM (2013) en se basant sur les statistiques d'ALPHALINER, montrent que l'ensemble des navires de collecte

positionnés entre les ports de la COA et Tanger Med sont des porte-conteneurs cellulaires ayant une taille moyenne d'environ 1 700 evp. Par contre, seulement un tiers de la capacité totale déployée en services directs entre la COA et l'Europe du Nord sont des navires porte-conteneurs cellulaires avec une taille moyenne de 2 500 evp. Le reste de cette capacité est constitué de rouliers, multipurposes et reefers. Pour ce qui concerne les navires positionnés entre Tanger Med (en provenance d'Extrême-Orient) et l'Europe du Nord, leur taille moyenne est passée de 9 000 evp en 2011 à environ 10 000 evp en 2014 (CNUCED, 2012 ; PANTEIA, SIGNIFICANCE & PWC, 2015).

Par ailleurs, l'observation des caractéristiques des services proposés par CMA CGM, MAERSK et MSC au départ de la COA pour Tanger Med et/ou l'Europe du Nord montre qu'en moyenne la vitesse des navires est de 18 nœuds. Par contre, la vitesse des navire-mères en provenance de l'Extrême-Orient et liant les hubs de la Méditerranée (dont Tanger Med) à ceux de l'Europe du Nord est en moyenne de 21 nœuds (PANTEIA, SIGNIFICANCE & PWC, 2015).

d. Les données liées aux coûts en capital, d'exploitation et de fuel

Coût en capital

Les données sur le coût en capital proviennent d'IHS WORLD SHIPPING ENCYCLOPEDIA telles qu'utilisées dans l'étude de MIDSHIPMAN (2016), concernent le prix par evp de la construction neuve calculé pour l'année 2015 et portent sur les porte-conteneurs coques nues et à temps. Même si ces données présentent le défaut de ne pas réduire conséquemment les effets de l'inflation et du taux de change, elles ont l'avantage de porter sur un important échantillon de 1 078 navires de tailles allant de 0 à plus de 13 000 evp. Ainsi, les coûts en capital en \$/evp des tailles de navires utilisées dans notre étude à savoir 1 700 evp, 2 500 evp et 10 000 evp sont respectivement 19 216, 16 436 et 11 235.

D'après les travaux de LE PENSEC et PINON (2008), la durée de vie physique des navires est estimée à 25 ans. Sous l'hypothèse d'amortissement linéaire, nous calculons le coût en capital total et journalier et par evp par rapport aux différentes tailles de navires utilisées dans notre étude (Tableau 5).

Tableau 5 : Coût en capital total et journalier des navires de l'étude

Tailles du navire evp	Prix \$/evp du neuf	Coût total du neuf en \$	Coût journalier (amortissement) en \$
1 700	19 216	32 666 503	3 580
2 500	16 436	41 091 075	4 503
10 000	11 235	112 346 300	12 312

Sources : LE PENSEC, PINON, 2008 ; MIDSHIPMAN, 2016

Coût d'exploitation

Le coût de l'équipage n'est pas une fonction croissante de l'augmentation de

la taille des navires. Ainsi, le nombre de personnes de l'équipage des Panamax (4 000 evp) et Post-Panamax (plus de 4 000 evp) est le même : soit 12 personnes pour un coût journalier de 300 \$ par personne (AECOM, 2012). Les navires ayant une taille inférieure à 4 000 evp n'emploient pas moins de 10 personnes. Le coût administratif, assurance, réparation et frais généraux représente un coût équivalent à celui de l'équipage soit 300 \$ (FUTURE-SHIP, 2013). Cependant, selon une enquête récente de Moore Stephens International rapportée par MAREX (2015), le coût d'exploitation a dû augmenter globalement de 2,8 points à fin 2015 par rapport à son niveau de 2014. Par contre, sur la période 2010 à 2014 ce coût n'a connu qu'une croissance marginale de 0,8 point. Cette augmentation s'explique d'une part par le nombre important de nouvelles législations en matière de sûreté dans le transport maritime et d'autre part par la rigidité de ces législations (MAREX, 2015).

Consommation et coût du fuel

La consommation en carburant par jour relativement à la taille et à la vitesse du navire reprend les données de NOTTEBOOM et CARIU (2009) qui se basent sur un échantillon de 2 259 porte-conteneurs (Tableau 6).

Tableau 6 : Consommation de fuel en tonne par jour par rapport aux tailles des navires et des vitesses

Taille des navires	Vitesses en nœud	Tonne de fuel par jour
1 000-2 000	20	62,3
2 000-3 000	20	66,5
3 000-4 000	20	77,7
9 000-10 000	22	191,5

Source : NOTTEBOOM, CARIU, 2009

La cotation en moyenne annuelle de la tonne de fuel HFO Rotterdam pour l'année 2015 est de 291,05 \$ (INSEE, 2016).

e. Les données liées aux trafics portuaires et le volume d'evp transportés

Trafics portuaires

Le Tableau 7 présente d'une part les volumes annuel et hebdomadaire effectivement traités dans les ports de la COA et d'autre part, les volumes annuel et hebdomadaire estimés entre la COA et l'Europe du Nord. En effet, la desserte COA-Europe du Nord représente 16,75 % du total des capacités des navires mobilisés sur la COA (AFD-CATRAM, 2013). Partant, l'estimation du volume du trafic annuel de la route COA-Europe du Nord donne 910 381 evp, équivalent par ailleurs à un volume hebdomadaire à transporter de 17 507 evp reparti entre les différents ports en fonction de leurs trafics réels.

Ce même trafic réalisé dans les ports de la COA (17 507 evp) est reporté aux ports de la rangée nord européenne et réparti de façon proportionnelle en fonction de leurs trafics réels (Tableau 8).

Tableau 7 : Trafics evp des ports de la COA et de leur liaison avec l'Europe du Nord en volume annuel et hebdomadaire en 2015

Ports	Trafics annuels	Trafics hebdo	Trafic annuel COA-EN'	Trafic hebdo COA-EN'
Dakar	529 724	10 187	88 729	1 706
Banjul	82 000*	1 577	13 735	264
Bissau	65 000*	1 250	10 888	209
Conakry	216 845	4 170	36 322	698
Freetown	106 381*	2 046	17 819	343
Monrovia	93 620*	1 800	15 681	302
San-Pedro	336 767	6 476	56 408	1 085
Abidjan	640 863	12 324	107 345	2 064
RANGEE OUEST	2 071 200	39 831	346 926	6672
Takoradi	58 093	1 117	9 731	187
Tema	782 502	15 048	131 069	2 521
Lomé	405 700	7 802	67 955	1 307
Cotonou	468 693	9 013	78 506	1 510
Lagos	1 518 403	29 200	254 333	4 891
Onne	104 818	2 016	17 557	338
Port-Harcourt	25 700*	494	4 305	83
RANGEE EST	3 363 909	64 691	563 437	10 836
TRAFIC TOTAL	5 435 109	104 521	910 381	17 507

* estimations réalisées sur la base des trafics prévisionnels pour l'année 2015 dans les ports de la COA selon l'étude AFD-CATRAM (2013)

Sources : AFD-CATRAM (2013) ; autorités portuaires

Tableau 8 : Trafics de conteneurs evp des ports de la rangée Nord européenne et de leur liaison avec la COA en volume annuel et hebdomadaire en 2015

Ports	Trafics annuels	Trafics hebdo	Trafic annuel COA-EN	Trafic hebdo COA-EN
Hambourg	8 820 000	169 615	69 395	1 335
Rotterdam	12 234 000	235 269	8 593	165
Anvers	9 653 000	185 635	261 669	5 032
Dunkerque	317 000	6 096	331 634	6 378
Le Havre	2 560 000	49 231	239 089	4 598

Sources : PORTOPIA (2016) ; autorités portuaires

En ce qui concerne Tanger Med, le trafic annuel en 2015 est de 2 964 324 evp soit une quasi-atteinte de la capacité maximale du port (3 millions d'evp). En trafic hebdomadaire, cela représente 57 006 evp.

Taux de remplissage

En 1998, PALSSON a estimé que le coefficient de remplissage des navires de l'Europe du Nord vers l'Afrique de l'Ouest était de 60 % et qu'il tombait à 40 % dans le sens inverse. C'est donc un rapport de remplissage des navires de 60/40 entre les deux rangées, un taux qui vraisemblablement s'est maintenu jusqu'à la fin des années 2000 (HARDING et alii, 2007). En 2010, CHAPONNIERE rapporte que 80 % des conteneurs importés de l'Europe repar-

tent vides des ports de l'Afrique Subsaharienne. Cependant, si l'on ne tient compte que du taux de remplissage des navires et non de celui des conteneurs proprement dit, les repositionnements stratégiques des conteneurs vides permettent de maintenir le rapport 60/40 (ALIX, 2013 ; AFD-CATRAM, 2013). Selon les estimations récentes de Drewry Consulting rapportées par CASLIN (2017), le coefficient de remplissage des navires en Afrique Subsaharienne ne dépasse, en moyenne, pas 56 %. Pour des raisons pratiques, nous maintenons donc cette moyenne de remplissage à 50 % ($\beta_k = 50\%$) au départ et à l'arrivée de la COA en services direct.

Pour les services de collecte, le coefficient de remplissage est davantage optimal non seulement en raison de la taille des navires mais aussi du fait de l'économie de densité réalisée dans le hub de Tanger Med : massification et croisement des navires. Le coefficient de remplissage à l'export, c'est-à-dire au départ des ports de la COA, est de 60 % et de 80 % à l'import (en provenance de Tanger Med) soit un taux moyen de 70 % ($\beta_k = 70\%$) (KAKOU, 2015). Pour le service de transbordement entre Tanger Med et l'Europe du Nord, le coefficient de remplissage des navires, en provenance ou en partance pour l'Extrême-Orient, oscille entre 80-90 % selon les estimations fournies par ALPHALINER (2015) : soit 85 % en moyenne ($\beta_k = 85\%$).

Coût de manutention au port de transbordement de Tanger Med

Le prix de manutention à quai à Tanger Med n'est pas disponible dans le Cahier Tarifaire du port pour l'année 2013 comme c'est le cas pour les autres charges portuaires à savoir le droit de port, les frais de lamanage, de pilotage et de remorquage (Cf. infra, Tableau 10). De ce fait, le prix de manutention est basé sur des estimations données par des responsables portuaires que nous avons contactés. Ils l'estiment à 45 \$ pour les conteneurs devant être transbordés à l'international. Comme nous le savons par ailleurs, le transbordement suppose *de facto* une double manutention des conteneurs, ce qui a pour effet la multiplication du prix de manutention par 2.

Le nombre d'evp manutentionnés au port de transbordement en fonction des services de transbordement est :

- . en provenance de la COA et en partance pour l'Europe du Nord, la somme des evp déchargés par les 2 navires de collecte puis rechargés sur le navire-mère, et ce, en fonction des taux de remplissage des navires respectifs ($EVP_{ki} * \beta_k$);
- . en provenance de l'Europe du Nord et en partance pour la COA, la somme des evp déchargés par le navire-mère puis rechargés sur les 2 navires de collecte, et ce, en fonction des taux de remplissage des navires respectifs ($EVP_{ki} * \beta_k$).

f. Charges portuaires

Les données sur les charges portuaires dans les ports de la COA proviennent de l'étude de AFD-CATRAM (2013) et des autorités portuaires. Cette étude

liste l'ensemble des frais et charges portuaires supportés dans les ports de la COA par un navire-type de 2 210 evp. Ces charges sont, dans la mesure du possible, croisées avec celles disponibles chez les autorités portuaires. Mais en raison de la rareté des données disponibles, ces charges du navire-type de 2 210 evp sont utilisées comme une moyenne pour tous les services au départ et à l'arrivée des ports de la COA.

Tableau 9 : Frais et charges portuaires moyens en \$ pour des porte-conteneurs de 1 700 à 4 000 evp dans les ports de l'Afrique de l'Ouest

PORTS	Droit de port	Remorquage, Pilotage & Lamanage
Dakar	8 854	8 013
Banjul	30 216	4 575
Bissau	16 320	0
Conakry	14 960	14 798
Freetown	27 586	52
Monrovia	5 897	32 073
San-Pedro	1 012	8 474
Abidjan	6 087	8 474
Takoradi	3 497	4 681
Tema	3 497	4 681
Lomé	5 675	5 403
Cotonou	3 185	7 781
Lagos	27 150	0
Onne	37 864	0
Port Harcourt	36 258	0

Sources : AFD-CATRAM (2013) ; autorités portuaires

Le Tableau 10 indique quelques exemples de charges supportées par les navires au port de Tanger Med. Ces charges varient en fonction de la taille du navire³.

Tableau 10 : Les charges portuaires au port Tanger Med en \$

Taille des navires en EVP	Droits de port	frais de pilotage	Frais remorquage	Frais lamage
1 700	8 131	1 069	935	738
2 000	9 566	1 258	1 100	868
3 000	12 169	1 888	1 650	1 302
9 000	26 634	5 664	4 950	3 908
10 000	27 525	6 294	5 500	4 343

Source : Autorités portuaires de Tanger Med

³ Le taux est en euros/m³ (nous l'avons converti en \$ de l'année 2012) et se calcule en volume géométrique où $V_g = L*B*Te$ (Longueur*Largeur*Tirant eau). Sachant que nous avons des navires de transbordement de 10 000 EVP et plusieurs tailles des navires feeders au départ et à l'arrivée de Tanger Med, pour le calcul du droit de port il faut tenir compte de 4 types de droits en fonction de la taille du navire: droit nautique (0,0051 euros/m³), droit port (0,0246 euros/m³), droit de stationnement (0,051 euros/m³), droit de mouillage (0,051 euros/m³). Pour illustration, pour 9 000 EVP, L=321m, B=45m, Te=14m soit 202 230 m³ que l'on doit multiplier par les différents frais.

Pour les ports de l'Europe du Nord, les données sur les charges portuaires sont estimées sur la base de l'étude de GOUVERNAL et SLACK (2011) et varient, selon les ports, entre 9 500 et 13 000 \$ (Tableau 11).

Tableau 11 : Prix de manutention et charges portuaires en \$ dans les ports de l'Europe du Nord

PORTS	Total charge portuaire
Le Havre	11 500
Dunkerque	9 500
Anvers	12 500
Rotterdam	15 000
Hambourg	13 000

Sources : EUROPEAN COMMISSION (2009) ; autorités portuaires

g. Les données sur les temps au port et caractéristiques des ports

Les estimations sur le temps au port des navires se basent sur la moyenne de la durée de séjour des navires dans les différents ports. Les limites majeures de cette hypothèse sont d'une part l'absence de différence entre les durées de séjour des navires selon leur taille et d'autre part la non-prise en compte de l'influence du nombre de conteneurs à manutentionner sur le temps au port. Elle a cependant l'avantage de couvrir la totalité du temps passé par le navire dans le port qui comprend le temps d'attente, le temps de manœuvre d'accostage à quai, le temps de manutention, le temps d'avitaillement éventuel et le temps lié aux manœuvres de départ du navire du port.

Le temps au port des navires dans les ports de la COA se situe au-delà de 24 heures dans l'ensemble des ports. Le temps de chargement et déchargement des navires (manutention) ne représente qu'un tiers de ce temps (AFD-CATRAM, 2013). Dans les ports d'Europe du Nord, d'après les estimations de KEMME (2013), le temps au port des navires ne dépasse guère 16 heures. Enfin, en ce qui concerne Tanger Med, selon les travaux de MLTC (2009) et ALANDA et YANG (2013), une opération de transbordement se réalise en 24 heures lorsqu'elle est bien coordonnée par l'armateur. Les 24 heures de temps au port des navires à Tanger Med est répartie à parts égales entre les services de collecte et le navire-mère pour chaque service de transbordement considéré.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. LES COÛTS COMPARÉS DANS LES DEUX TYPES DE DESSERTE

Les comparaisons ont d'abord été établies pour les coûts moyens unitaires en mer, puis les coûts moyens unitaires au port et enfin les coûts moyens unitaires totaux pour les deux lignes relativement aux deux systèmes de desserte (Figures 4, 5 et 6).

La Figure 4 montre le coût moyen unitaire en mer CM_{ki} selon le type de desserte. Ce coût atteint 226,12 \$/evp et 252,24 \$/evp respectivement pour les services DIRECT1 et DIRECT2 et n'est que de 146,19 \$/evp pour TRANSB1 et 186,70 \$/evp pour TRANSB2. Le faible coût en mer dans les 2 services par transbordement rend compte de l'existence des économies d'échelle en mer permise d'une part par l'importante taille des navire-mères (10 000 evp) et d'autre part en raison d'un coefficient de remplissage plus important dans le service de transbordement que dans le service direct (70 % puis 85 % contre 50 %).

Figure 4 : Coûts moyens en mer en \$/evp des différents services en 2015



Source : modèle

Les résultats pour les coûts moyens unitaires au port CP_{kj} donnent une tendance légèrement différente par rapport à celle des coûts moyens unitaires en mer (Figure 5). Ainsi, bien que les coûts moyens unitaires aux ports des deux services directs soient plus importants que ceux des deux services de transbordement, le service DIRECT1 génère plus de coût au port que le service DIRECT2 soit 300,60 \$/evp contre 249,74 \$/evp. Ce constat est valable pour les deux services de transbordement où TRANSB1 (203,96 \$/evp) fait supporter plus de coût portuaire aux armateurs que TRANSB2 (173,84 \$/evp).

Finalement, le coût moyen total pour chaque unité de conteneur transporté CT_{kij} selon le service considéré et le type de desserte est tel que sur les deux rangées les dessertes par transbordement sont plus compétitives que les dessertes directes :

- . sur la rangée Ouest de la COA, la desserte par transbordement via Tanger Med (TRANSB1) permet à l'armateur de réaliser une économie de 176,57 \$/evp comparativement à la desserte directe (DIRECT1) puisque CT_{kij} vaut 350,15 \$/evp pour TRANSB1 contre 526,72 \$/evp pour DIRECT1 (Figure 6) ;
- . de la même manière, sur la rangée Est, la desserte par transbordement via Tanger Med (TRANSB2) a une compétitivité de 141,44 \$/evp sur

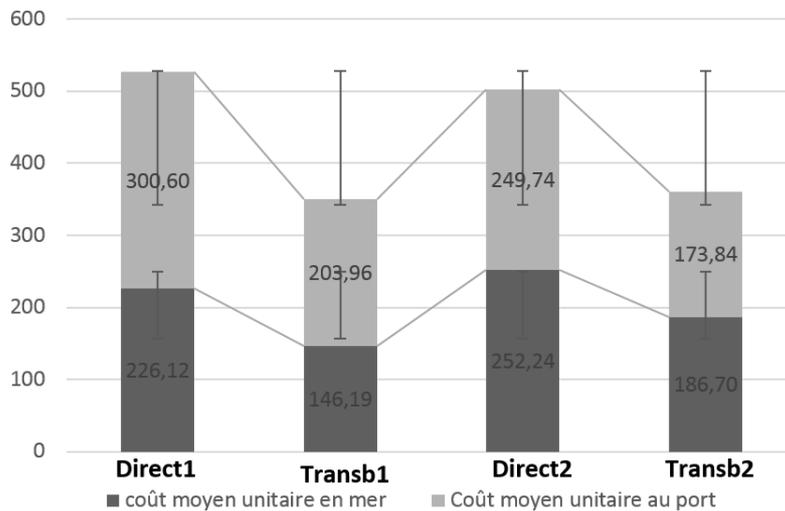
la desserte directe (DIRECT2), avec CT_{kij} valant 360,54 \$/evp et 501,98 \$/evp respectivement pour TRANSB2 et DIRECT2 (Figure 6).

Figure 5 : Coûts moyens au port en \$/evp des différents services en 2015



Source : modèle

Figure 6 : Coût Moyen Total en \$/evp en 2015 dans chacun des 2 services directs et services par transbordement



Source : modèle

Sur un plan purement économique, le transbordement via Tanger Med dans la desserte entre les ports de la COA et ceux de l'Europe du Nord est à tout point bénéfique pour l'armateur sur l'ensemble des deux rangées de la COA.

Dans 3 des 4 services, DIRECT1, DIRECT2 et TRANSB1, le coût moyen unitaire au port représente la part la plus importante dans la formation du coût moyen total des evp. Le Tableau 12 présente des éléments de compa-

raison des coûts du modèle avec ceux des études de PALSSON (1998) et FRANCESETTI et FOSCHI (2002). Pour un itinéraire quasi-similaire, on note chez PALSSON (1998), la cherté du transbordement par rapport au service direct même s'ils restent plus économiques que le service direct de notre modèle. Chez FRANCESETTI et FOSCHI (2002), bien que l'itinéraire soit plus long avec deux hubs pour la réalisation du transbordement, dans tous les cas de figures, les coûts sont plus bas que dans notre modèle.

Tableau 12 : Comparaison des principaux éléments des coûts du modèle avec ceux des études de PALSSON (1998) et FRANCESETTI et FOSCHI (2002)

Éléments de données	PALSSON (1998)		FRANCESETTI, FOSCHI (2002)		Modèle	
	Route maritime	COA – Europe du Nord		Méditerranée Ouest – Extrême-Orient		COA – Europe du Nord
Port de transbordement	Abidjan		Gioia Tauro et Singapour		Tanger Med	
Taille Min et Max des navires en evp	1 650 ; 2 100		4 000 ; 10 000		1 700 ; 10 000	
Prix du Fuel en \$ /tonne	208		150		291	
Type de service	Direct	Transb	Direct	Transb	Direct	Transb
Coût en mer \$ /evp	.	.	247,48	140,88	239,18	166,19
Coût au port \$ /evp	.	.	97,15	24,81	275,17	188,9
Coût total \$ /evp	418	466	344,63	165,69	514,35	355,09

Source : modèle ; PALSSON (1998) ; FRANCESETTI et FOSCHI (2002)

3.2. ANALYSE DE SENSIBILITÉ

L'hypothèse principale de l'analyse de sensibilité est de vérifier jusqu'à quel point les armateurs peuvent avoir intérêt à recourir aux dessertes par transbordement. Pour ce faire, nous vérifions et discutons d'une part des conséquences d'une variation à la hausse du prix de manutention à Tanger Med sur la compétitivité des services de transbordement, puisque ce prix, comme pour la majorité des ports spécialisés dans le transbordement, constitue avec la performance portuaire, l'un des deux facteurs principaux de leur attractivité (CARIOU, 2002a ; CARIOU, 2002b). D'autre part, nous examinons les impacts du coefficient de remplissage sur la compétitivité des dessertes : qu'en est-il, par exemple, de la compétitivité du transbordement lorsque le taux de remplissage des navires dans le service direct égalise celui du service par transbordement. Enfin, nous faisons une analyse de l'impact de la variation du prix du fuel sur la compétitivité entre les deux types de services.

Dans les conditions d'un prix de manutention inchangé dans tous les autres ports, toute augmentation du prix actuel de manutention dans le hub de transbordement (Tanger Med) en deçà de l'intervalle 250 % à 310 % ne permet pas aux dessertes directes de concurrencer les services de transbordement (Tableau 13). Ainsi, sur la rangée Ouest de la COA, le transbordement (TRANSB1) continue à être plus économique pour l'armateur que la desserte directe (DIRECT1) jusqu'à ce que le prix de manutention

à Tanger Med atteigne une augmentation de près de 310 %. Sur la rangée Est, le transbordement (TRANSB2) et la desserte directe (DIRECT2) s'égalisent si le prix de manutention à Tanger Med approche les 250 %. Ainsi, au-delà du seuil de 250 %, envisager une desserte directe s'avère économiquement justifié.

Tableau 13 : Simulation sur les variations à la hausse du prix de manutention à Tanger Med sur les coûts moyens totaux par evp des dessertes par transbordement

Augmentation du prix en %	Prix de manutention en \$/evp	TRANSB1	TRANSB2	DIRECT1	DIRECT2
0%	45	350,15	360,54	526,72	501,98
10%	49,5	355,91	366,30	526,72	501,98
30%	58,5	367,43	377,82	526,72	501,98
50%	67,5	378,95	389,34	526,72	501,98
70%	76,5	390,47	400,86	526,72	501,98
90%	85,5	401,99	412,38	526,72	501,98
100%	90	407,75	418,14	526,72	501,98
150%	112,5	436,55	446,94	526,72	501,98
180%	126	453,83	464,22	526,72	501,98
200%	135	465,35	475,74	526,72	501,98
250%	157,5	494,15	504,54	526,72	501,98
300%	180	522,95	533,34	526,72	501,98
310%	184,5	528,71	539,10	526,72	501,98

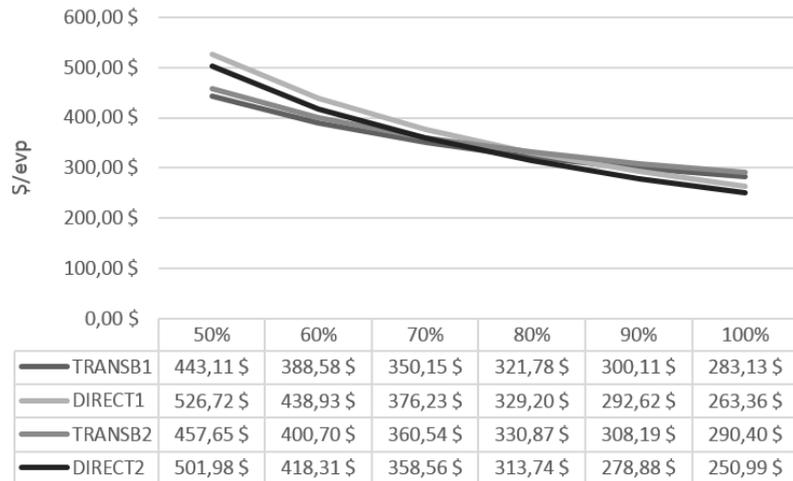
Source : modèle

L'analyse de la variation du coefficient de remplissage des services (navires) montre que celui-ci constitue un facteur clef de la compétitivité des services de transbordement. Ainsi, lorsque le taux de remplissage des dessertes directes parvient à égaler le taux de remplissage moyen des services de collecte des dessertes par transbordement, soit 70 %, les transbordements commencent à perdre leur avantage économique (Figure 7) comme c'est le cas de TRANSB2 par rapport à DIRECT2 : 360,54 \$/evp contre 358,56 \$/evp. Dit autrement, si par exemple le service de collecte de la desserte TRANSB2 perd des flux et ne réussit à capter que 70 % de la capacité de remplissage des navires de collecte, la desserte par transbordement TRANSB2 devient onéreuse pour l'armateur comparativement aux services directs DIRECT 2 et DIRECT1. Lorsque le taux de remplissage atteint 80 % dans les services directs et les services de collecte, économiquement le transbordement a moins d'intérêt pour l'armateur.

C'est donc une situation qui peut sembler « paradoxale », d'autant qu'elle s'accroît à mesure que le coefficient de remplissage tend vers 100 %.

Cependant, deux explications peuvent permettre de l'appréhender. Premièrement, les économies d'échelle permises par le croisement entre navires de collecte et navire-mère à Tanger Med ont une ampleur réduite en raison du nombre de navires requis pour les services de collecte. Comme les services directs, 4 navires de collecte sont positionnés pour couvrir chacune des deux rangées maritimes de la COA. Puisque ces navires de collecte ont des capacités d'un tiers inférieures à celles des navires des services directs, ils engendrent d'importants coûts journaliers. Ainsi, pour chaque service de transbordement, les navires collecte représentent l'équivalent de 99 282,90 \$ en coût journalier contre 107 865,43 \$ pour les services directs.

Figure 7 : Incident des variations des taux de remplissages sur la compétitivité des deux types de dessertes en \$/evp



Source : modèle

En deuxième lieu, les déséconomies d'échelle au port deviennent plus importantes dans les services de transbordement que dans les services directs en raison principalement du grand nombre de navires de collecte et des caractéristiques propres du système de transbordement (double manutention, charges aux ports de transbordement, etc.). Les coûts totaux au port des services de transbordement sont d'au moins 110 % plus élevés que ceux des services directs (Tableau 14).

Tableau 14 : Coûts totaux au port des services, valeur en \$ pour l'année 2015

	TRANSB1	TRANSB2	DIRECT1	DIRECT2
Coût au port	189 596	201 788	90 181	85 626

Source : modèle

Enfin, la compétition entre les types de desserte n'est pas influencée par la variation du prix de fuel. Ainsi, à mesure qu'augmente ou baisse le prix de fuel, les différents coûts moyens unitaires des différents services varient

presque dans la même proportion avec les différences initialement constatées entre eux (Tableau 15).

Tableau 15 : Les coûts moyens unitaires des services en fonction de la variation du prix du fuel, en \$

	100\$	150\$	200\$	208\$	291,05\$	350\$	400\$
DIRECT1	420,19	448,07	475,95	480,41	526,72	559,60	587,48
DIRECT2	383,14	414,24	445,34	450,32	501,98	538,65	569,75
TRANSB1	279,09	297,69	316,29	319,26	350,15	372,08	390,67
TRANSB2	270,06	293,74	317,42	321,21	360,54	388,46	412,14

* Prix du fuel chez PALSSON (1998) ; ** prix du fuel chez FRANCESETTI, FOSCHI (2002)
Source : modèle

Au même prix de fuel que chez PALSSON (1998) soit 150 \$, l'ensemble des dessertes du modèle deviennent comparativement plus que compétitives. Toutefois, elles demeurent moins compétitives quand la comparaison est établie avec celles de FRANCESETTI et FOSCHI (2002), au même prix de fuel soit 208 \$ (Cf. Tableaux 13 et 15).

Le Tableau 16 compare les principales observations de notre étude avec celle de FRANCESETTI et FOSCHI (2002). Des similitudes et des différences des résultats du modèle avec les leurs sont à noter. Ainsi, alors que le coût au port tient un rôle de premier plan dans la formation du coût total dans le modèle, chez FRANCESETTI et FOSCHI (2002), il a une faible ampleur sur le coût moyen total. Par contre, tout comme chez ces auteurs, la variation à la hausse du prix de manutention peut conduire à l'abandon de la desserte par transbordement. Lorsque le coût de manutention dans les ports de transbordement tend vers zéro, le système de transbordement est largement plus avantageux que le système de desserte directe. De ce fait, le débat sur la compétitivité de la desserte maritime qui oppose système de transbordement et système de desserte directe passe nécessairement par la compétitivité du coût de manutention dans les ports de transbordement. Dès lors, l'intégration entre armateurs et opérateurs de terminaux dans les plates-formes de transbordement vise principalement la réduction des coûts de manutention (CARIOU, 2000a ; FRÉMONT, 2009).

Finalement, le modèle souligne que tant que le coût des opérations de transbordement sera inférieur à celui de la desserte directe, les armateurs continueront à proposer des dessertes basées sur le système de transbordement. Ce faisant, il tend à confirmer l'hypothèse selon laquelle l'évolution des activités de transbordement entre Tanger Med et la COA est expliquée en grande partie par le coût des opérations.

Tableau 16 : Comparaison entre les résultats du modèle et ceux de FRANCESETTI et FOSCHI (2002)

Modèle	FRANCESETTI et FOSCHI (2002)
<ul style="list-style-type: none"> • Coût moyen au port supérieur au coût moyen en mer dans les deux systèmes ; • La formation du coût total est dominée par le coût au port ; • Baisse importante du coût en mer avec l'augmentation de la taille des navires ; • Coût de la desserte par transbordement significativement inférieur à celui de la desserte directe sur l'une des dessertes ; • Tendance à l'annulation des avantages du transbordement suite à l'augmentation du prix de la manutention au port de transbordement 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût moyen au port inférieur au coût moyen en mer dans le cas des dessertes directes ; • Peu d'incidence du coût au port sur le coût total ; • Baisse modérée du coût en mer avec l'augmentation de la taille des navires ; • Le coût moyen de la desserte directe tend à évaluer par moment celui de la desserte par transbordement ; • Tendance à l'annulation des avantages du transbordement suite à l'augmentation du prix de la manutention au port de transbordement

3.3. CONSIDÉRATIONS THÉORIQUE ET EMPIRIQUE

L'apport de ce travail est triple. Tout d'abord, théoriquement, l'une des contributions majeures du modèle est d'avoir mis en exergue l'existence d'un seuil de compétitivité du transbordement déterminé, principalement, par le taux de remplissage des navires de collecte. Une telle observation de l'influence du taux de remplissage des navires de collecte sur la compétitivité du transbordement comparativement au service direct, élargit la frontière traditionnelle du débat sur les déterminants de la compétitivité du transbordement *versus* la desserte directe. Ainsi, la force déterminante de la compétitivité du transbordement par rapport à la desserte directe ne réside pas uniquement dans les économies et déséconomies d'échelle proprement dites et le prix de manutention au port de transbordement, elle réside également dans la quantité de marchandises à transporter dans les ports secondaires relativement au nombre de navires de collecte mobilisés.

Par ailleurs, en intégrant simultanément les paramètres de fréquence, d'escaliers portuaires et des taux de remplissage réalistes dans le modèle, on appréhende dans une grande mesure la comparaison entre la compétitivité des services maritimes directs et du transbordement. Méthodologiquement, il y a là un apport significatif. Au regard des travaux de PALSSON (1998) ou FRANCESETTI et FOSCHI (2002) par exemple, l'introduction du paramètre fréquence met explicitement en exergue la régularité des services et élimine donc toute suspicion de sporadicité. De même par rapport à l'étude de FRANKEL (2002), la présence des escales portuaires dans le modèle permet d'observer et d'appréhender les ruptures de chargement et déchargement dans la rotation interportuaire qui caractérise les services maritimes réguliers.

Enfin, ce modèle est utile aussi bien au chercheur qu'au professionnel du transport maritime. Il permet à l'un ou l'autre d'avoir un tableau de bord pour l'évaluation, entre autres, des coûts unitaires des flux de conteneurs à des fins de prises de décisions.

CONCLUSION

D'après les simulations réalisées dans le modèle, le transport maritime organisé selon un système de desserte par transbordement est globalement plus compétitif que le service direct en raison d'une part des économies de densité permises par le croisement entre navires de collecte et navire-mère. D'autre part, cette compétitivité s'explique par les économies d'échelle liées à la taille du navire-mère et au coefficient de remplissage des navires de collecte. On est donc porté à croire que la réorganisation des services maritimes en Afrique de l'Ouest ne peut trouver comme principale explication que celle d'accroître le profit des transporteurs dans un secteur où les coûts dépendent énormément de la capacité de production.

Toutefois, la lecture du schéma organisationnel des services des armateurs enseigne que :

- . les ports situés entre Abidjan et Lagos sont connectés à l'Asie par des services directs, par conséquent, les services de collecte entre ses ports et Tanger Med ou Algeiras concernent plus généralement le commerce avec l'Europe, l'Amérique, dans une moindre mesure l'Asie (Proche et Moyen-Orient) et l'Amérique Latine et le repositionnement des conteneurs vides ;
- . par contre, l'essentiel du trafic de l'axe Dakar-San-Pedro est dépendant des deux hubs Tanger Med et Algeiras pour ce qui concerne MAERSK et CMA CGM et de Las Palmas pour MSC.

Or, l'essentiel du trafic régional est généré par les ports de l'axe Abidjan-Lagos. Alors que le commerce avec l'Asie augmente, celui avec l'Europe ou l'Amérique stagne voire baisse. Il s'en suit que la capacité navale avec l'Asie augmente et que les armateurs positionnent des navires de plus en plus grands sur l'axe Abidjan-Lagos. Les armateurs n'excluent pas avec l'augmentation du trafic régional de voir Abidjan ou Lagos devenir des hubs de dimension internationale.

Les opérateurs qui placent désormais la rangée ouest-africaine sur l'échiquier international pourraient, en raison de la nécessité d'une coordination rigoureuse des services et un contrôle rigoureux sur les coûts, y introduire de plus en plus de logiques de massification. Ainsi, la mise en service de Tanger Med 2 en 2019, qui portera le trafic théorique de transbordement à 8 millions d'evp, s'accompagnant d'un autre projet de port de transbordement, Nador West Med, pourrait conduire à des situations de surcapacité des hubs de transbordement de la Méditerranée à long terme. Aussi, les ports de la COA pourront-ils accepter l'ombre créée par une trop grande dépendance à des hubs de transbordement -dont principalement Tanger Med- qui les circonscrirait davantage dans des rôles de ports secondaires ?

La desserte directe semble conférer un certain prestige aux ports. Elle positionne les ports sur un échiquier mondial contrairement au service de collecte qui les réduit et les cantonne dans un rôle régional. Or, les projets nourris par les ports ouest-africains sont à une échelle mondiale. La plupart des ports cherchent à être des hubs « incontournables » et espèrent ainsi avoir

de l'influence sur les autres ports de la région et même au-delà. Le projet de port du futur de Dakar, les complexes portuaires au Nigeria ou la plate-forme de transbordement à Tema comme le complexe portuaire de l'île Boulay à Abidjan en sont les exemples les plus illustratifs. Malgré le fait que nombre de ces projets sont taxés d'irréalisme (AFD-CATRAM, 2013 ; DEBRIE, 2014), ils semblent trouver auprès des acteurs privés des échos favorables. Ainsi, CMA CGM veut piloter le projet Lekki. MAERSK et Bolloré souhaitent une fois de plus créer un consortium pour le projet de l'île Boulay. Finalement, la plupart des ports de l'Afrique de l'Ouest sont ambitieux et veulent jouer un rôle plus que régional.

Parallèlement à ces méga-projets, de réelles politiques d'amélioration de la performance des ports prennent forme. Le foisonnement des projets et l'amélioration continue de la performance des ports ont permis une croissance de la taille des navires positionnés dans la région. Depuis 2011, MAERSK, CMA CGM ou encore PIL positionnent sur la route COA-Asie des navires de taille comprise entre 3 500 et 4 500 EVP. Ces navires qui en raison de contraintes techniques et parfois commerciales n'escalent que dans quelques ports pourraient ainsi desservir davantage de ports. Cette modernisation du système portuaire régional s'accompagne d'une croissance du trafic conteneurisé de plus de 6 % annuellement.

Les acteurs privés notamment les compagnies maritimes détiennent les clefs de l'orientation future des relations portuaires entre Tanger Med et les ports de la COA. Le rôle joué par Tanger Med et son importance sont jusque-là l'œuvre des compagnies maritimes. Cette œuvre se fonde sur des logiques économiques où le coût joue un rôle primordial. Mais ces logiques économiques ont un seuil et ce seuil s'appréhende à travers les mutations sur la côte ouest-africaine.

Dans une perspective d'analyse des stratégies des armateurs à moyen et long terme et du fait des mutations en cours sur la COA, il peut être intéressant de mener une étude comparative des dessertes maritimes entre l'Afrique de l'Ouest et l'Asie de l'Est via le transbordement à Tanger Med et la desserte directe par le cap de Bonne-Espérance. Cette étude devrait permettre de saisir le phénomène de la performance et de la croissance des échanges sur les stratégies des acteurs. Dans ce cadre et du point de vue de la concurrence portuaire en Afrique de l'Ouest, l'analyse des conditions d'émergence d'un port de transbordement dans la région constituerait une approche utile. Elle s'inscrirait dans le prolongement des travaux de PALSSON (1998) et ALANDA et YANG (2013). Toujours dans cette même dynamique, il pourrait s'avérer intéressant d'analyser plus en détail le phénomène de la concentration portuaire en Afrique de l'Ouest et ses impacts sur les modifications spatiales du système portuaire régional.

BIBLIOGRAPHIE

- AECOM (2012) **North Carolina Maritime Stratégie: Vessel Size vs Cost**. North Carolina Department of Transportation.
- AFD-CATRAM (2013) **Étude de marché sur les terminaux portuaires à conteneurs en Afrique de l'Ouest et du Centre**. Paris, AFD.
- ALANDA A.M., YANG Z. (2013) **Hub port choice in West Africa**. Dalian, Working paper.
- ALIX Y. (2013) Afrique de l'Ouest : les ports ne seront pas tous des hubs. **Journal de la Marine Marchande**, pp. 12-14.
- ALPHALINER (2015) **Weekly newsletter**. Alphaliner.
- CARIOU P. (2000a). Les économies d'échelle dans le transport maritime de lignes régulières. **Les Cahiers Scientifiques du Transport**, n° 37, pp. 75-96.
- CARIOU P. (2000b) **Les alliances stratégiques dans le transport maritime de lignes régulières : Efficacité ou pouvoir de marché ?** Nantes, Université de Nantes.
- CARIOU P., CHEAITOU A. (2012). Cascading effect, Network Configuration and Optimal Transshipment Volumes. Taïpei, **International Maritime Conference**.
- CASLIN O. (2017) Fret : le pari africain. **La revue de PROPARCO**, pp. 7-9.
- CHAPONNIERE J.-R. (2010) Le basculement de l'Afrique vers l'Asie : enjeux pour les ports africains. **Afrique contemporaine**, n° 234, pp. 25-40.
- CHUANG C.H., HWANG C.C. (2010) Competitiveness of container ports in a region with cooperation and integration. **Journal of Society for Transportation and Traffic Studies**, pp. 77-92.
- CNUCED (1990) **Développement et amélioration des ports : établissement de facilité de transbordement dans les pays en développement**. Genève, ONU.
- CNUCED (2012) **Étude sur les transports maritimes**. New York, Nations Unies.
- CULLINANE K., KHANNA M. (1999) Economies of scale in large container ships. **Journal of transport economics and policy**, 33(2), pp. 185-208.
- DEBRIE J. (2012) The West African port system: global insertion and regional particularities. **EchoGéo**, n° 20 (<http://echogeo.revues.org/13070>).
- EUROPEAN COMMISSION (2009) **Terminal handling charges during and after the liner conference era**. Brussels, European Union.
- FRANCESETTI D.C., FOSCHI A.D. (2002) **The Impact Of Hub And Spokes Networks In The Mediterranean Peculiarity**. Pise, Paper of research.

FRANKEL E.G. (2002) The challenge of container transshipment in the Caribbean. **International Association of Maritime Economist Conference**. Panama.

FRÉMONT A. (2005) **Conteneurisation et mondialisation. Les logiques des armements de lignes régulières**. Paris, Université Paris I Panthéon-Sorbonne.

FRÉMONT A., SOPPÉ M. (2005) La desserte de la Rangée nord-Europe par les armements de lignes régulières concentration ou dispersion ? 1994-2002. **Flux**, n° 59, pp. 22-32.

FUTURESHIP (2013) **Improving cost of operations of existing vessels**. Hambourg, Futureship.

GILMAN S. (1999) The Size Economies and Network Efficiency of Large Containerships. **International Journal of Maritime Economics**, Vol. 1, n° 1, pp. 39-59.

GOUVERNAL E. (1997) Le monde redessiné par les coûts de la ligne régulière. Compétitivité des chaînes de transport et politiques maritimes et portuaires. **Journée INRETS**.

GOUVERNAL E., SLACK B. (2011) Container Freight Rates and the role of Surcharges. **Journal of Transport Geography**, Vol. 19, n° 6, pp. 1482-1489.

HAMBURG INDEX (2016) **Containership T/C-Rates Results 2009-2016**. Hamburg.

HARDING A., PALSSON G., RABALLAND G. (2007) **Ports et transport maritime en Afrique de l'Ouest et du Centre : les défis à relever**. Union Européenne-Banque Mondiale-Union Africaine, SSATP WP n° 84.

HSU C.I., HSIEH Y.P. (2005) Shipping economic analysis for ultra large containership. **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, Vol. 6, pp. 936-951.

INSEE (2016) **Cours des matières premières importées-Fioul lourd (Rotterdam)-Prix en euros par tonne-FAB-1% de soufre**. (http://www.bdm.insee.fr/bdm2/affichageSeries?idbank=001642885&page=tableau&request_locale=fr).

JEUNE AFRIQUE (2017) Côte d'Ivoire : l'armateur italo-suisse MSC signe pour 35 ans au port de San Pedro. **Jeune Afrique** (<http://www.jeuneafrique.com/443575/economie/cote-divoire-larmateur-italo-suisse-msc-signe-35-ans-port-de-san-pedro/>).

KAKOU M. (2015) **Intégration portuaire sud-sud : le cas du port de Tanger Med et des ports de façade atlantique ouest-africaine**. Rabat, Université Mohammed V - Institut des Etudes Africaines.

KEMME N. (2013) Container-Terminal Logistics. In N. KEMME **Design and Operation of Automated Container Storage Systems**. Berlin, Springer-Verlag, pp. 9-52.

- LAM L., ISKOUNEN A. (2009) **Feeder ports, Inland ports and Corridors – Time for a closer look**. [http:// www portek.com publications](http://www.portek.com/publications).
- LE PENSEC L., PINON H. (2008) **Âge et durée de vie des navires**. (<http://www.etude-agedesnavires.com>).
- MAREÏ N. (2012) Le détroit de Gibraltar dans la mondialisation des transports maritimes. **EchoGeo**, n° 19 (<http://echogeo.revues.org/12919>).
- MAREX (2015) **Ship Operating Costs Set to Rise**. <http://www.maritime-executive.com/article/ship-operating-costs-set-to-rise>
- MARITIME INNOVATION (2007) **Estimation des coûts unitaires du transport maritime au Canada**. Québec, Transport Canada.
- MAYER G. (2017). L'insertion des ports africains dans les flux mondiaux : atouts et faiblesses. **Secteur privé & développement**, pp. 22-24.
- MIDSHIPMAN M. (2016) **Economies of Scale in Container Ship Costs**. New York, U.S. Merchant Marine Academy.
- MLTC (2009) **Réalisation d'une étude sur la desserte maritime de l'Océan indien**. Paris, Agence Française de Développement.
- NOTTEBOOM T., PAROLA F., SATTI G. (2014) **Deliverable state of the European port system and structure update. Partim transshipment volumes**. Geneva, EU -7th framework programme.
- NOTTEBOOM T., CARIU P. (2009) Fuel surcharge practices of container shipping lines: Is it about cost recovery or revenue-making? **IAME 2009 conference**, Antwerp, Institut of Transport and Maritime Management.
- OMC (2011) **Statistiques du commerce international 2011**. Genève, Organisation Mondiale du Commerce.
- PACKIARAJAH K., WANG X., XU K. (2006) **Les hub and spokes : atouts et limites**. [www.transports.com/fichiers/travaux/grand_oral_2006/Hub %20and%20spokes.pdf](http://www.transports.com/fichiers/travaux/grand_oral_2006/Hub_%20and%20spokes.pdf)
- PALSSON G. (1998) **Système de desserte à escales multiples ou système de transbordement**. Banque Mondiale.
- PANTEIA, SIGNIFICANCE & PWC (2015) **Study on the Analysis and Evolution of International and EU Shipping**. Zoetermeer, European Commission.
- POČUČA M. (2006) Methodology of Day-To-Day Ship Costs Assessment. **Promet ;Traffic & Transportation**, Vol. 18, n° 5, pp. 337-345.
- PORTOPIA (2016) **European Port Industry Sustainability Report 2016**. European Union.
- RODRIGUE J.-P., NOTTEBOOM T. (2010) Foreland-based regionalization: Integrating intermediate hubs with port hinterland. **Research in Transportation Economics**, Vol. 27, pp. 19-29.

RONEN D. (2011) The effect of oil price on containership speed and fleet size. **Journal of the Operational Research Society**, Vol. 62, pp. 211-216.

SEVIN J.-C. (2011) **La desserte maritime et terrestre de l'Europe en trafics conteneurisés à l'horizon 2030**. Paris, Conservatoire National des Arts et Métiers.

TMPA (2013) **Tarif d'usage**. Tanger, Tanger Med Port Authority.

TMPA (2016) **Maritime connections 2016**. Tanger, Tanger Med Port Authority.