

Chapitre 4

Efficienc e des infrastructures de transport et des services dans l'arrière-pays des grands ports à conteneurs

Michele Acciaro, Alan Mckinnon¹

Dans la mesure où le trafic conteneurisé gonfle en volume et que ses flux se concentrent sur un nombre limité de plateformes d'échanges, du fait notamment de la taille croissante des navires, les ports ont besoin de nouvelles infrastructures terminales à même d'accueillir la dernière génération de navires. Outre la pression exercée par de tels navires sur les capacités de manutention des terminaux, on oublie souvent que ces navires plus grands imposent également d'accroître les capacités de desserte de l'arrière-pays ou de rationaliser et d'utiliser plus judicieusement les autres solutions de transport existantes.

Le présent document fait le point sur la gestion de la desserte de l'arrière-pays, en mettant l'accent sur les problèmes que l'aménagement de nouvelles infrastructures de terminaux à conteneurs risque de poser pour les communautés locales. Il propose également des recommandations et présente plusieurs études de cas de bonnes pratiques.

1. Kühne Logistics University, Hamburg, Allemagne.

Introduction

Le rôle déterminant des infrastructures pour conteneurs dans le développement économique d'un pays ou d'une région est bien établi. L'infrastructure étant indispensable à l'efficacité des opérations de manutention du fret, elle doit permettre d'éviter la congestion, de favoriser le développement des échanges et d'offrir aux économies fortement tributaires du commerce international la qualité de desserte requise pour accueillir les porte-conteneurs de haute mer. Les infrastructures pour conteneurs doivent néanmoins être complétées par des liaisons efficaces avec l'arrière-pays afin que le port puisse exploiter pleinement son potentiel de catalyseur de la croissance et de nœud de la chaîne d'approvisionnement (Suykens et van de Voorde 1998). Malheureusement, il n'est pas rare que les projets d'aménagement se concentrent exclusivement sur l'amélioration des capacités infrastructurelles du port, sans prendre suffisamment en considération la desserte de l'arrière-pays.

Il est d'autant plus urgent d'envisager ensemble le développement des ports et terminaux, et leurs liaisons avec l'arrière-pays, que les terminaux à conteneurs sont contraints d'améliorer leurs performances pour faire face à l'intensification rapide des flux de fret conteneurisé et à leur variabilité grandissante. Dans la mesure où les capacités portuaires ne peuvent se développer au rythme de la demande (Haralambides 2002), la moindre surcapacité finit par s'épuiser, et des épisodes de congestion s'ensuivent même dans les terminaux les plus performants. Cette situation exige donc une action progressive, mais continue et bien coordonnée, pour accroître la capacité d'accueil de conteneurs dans les terminaux. Cependant, les extensions de terminaux ne s'accompagnent pas toujours d'un développement des liaisons avec l'arrière-pays.

L'exploitation des terminaux est compliquée par l'augmentation du nombre d'escales de navires, mais aussi par la multiplication des tailles de navires. Ceux de plus de 15 000 EVP deviennent de plus en plus courants, alors qu'ils ne peuvent parfois accéder qu'à un petit nombre de ports pivots (Cullinane et Khanna 1999). Ainsi, les flux de conteneurs auront tendance à se concentrer sur quelques ports géants, ce qui aura des répercussions sur la productivité des postes d'amarrage et des grues du terminal et exacerbera les contraintes sur la desserte de l'arrière-pays, souvent avec des effets néfastes en termes de congestion et d'environnement (Yap et Lam 2013).

La hausse des activités de transbordement que devrait entraîner l'exploitation des navires géants aura très probablement des répercussions sur les terminaux, qui devront gérer des volumes plus importants dans le même laps de temps tout en limitant la variabilité de leurs opérations (c'est-à-dire améliorer la fiabilité) afin de garantir une circulation fluide du fret entre ports de transbordement et/ou ports de transbordement et ports de collecte (Gilman 1999). L'amélioration de la productivité et de la fiabilité des terminaux exigera un suivi plus important, une visibilité accrue des conteneurs et une plus grande attention au respect de l'environnement et de la réglementation, en particulier parce que les terminaux occupent maintenant des positions stratégiques dans la chaîne d'approvisionnement (Notteboom 2008).

Les terminaux doivent de plus en plus jouer le rôle de régulateur et s'adapter aux demandes de leurs clients (au premier chef les compagnies maritimes) : modifications de planning de dernière minute, retards, interruptions d'escale, entreposage, etc. (Notteboom 2006). Tous ces changements interviennent dans un

contexte de concurrence toujours croissante entre terminaux (Heaver, Meersman et van de Voorde 2001). À mesure que la logistique et la desserte de l'arrière-pays se développent, les compagnies maritimes pourraient se désengager de certains terminaux et concentrer leurs capacités dans quelques-uns de manière à rester flexibles. Les terminaux inefficaces perdent rapidement leur avantage concurrentiel, car la lenteur de traitement se traduit par des frais de stockage plus élevés et a des répercussions négatives pour l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement (Heaver 2002).

Le développement de réseaux logistiques pose différents défis aux exploitants de ports et de terminaux (Notteboom 2008, Heaver, Meersman et van de Voorde 2001, Song 2003). En effet, la gestion de la chaîne d'approvisionnement fait désormais partie intégrante de la gestion d'un port. C'est pourquoi il est de plus en plus important d'évaluer les priorités en matière de gestion de l'efficacité des processus dans les terminaux à conteneurs (Brooks et Schellinck 2013). La délocalisation des processus de production vers des sites à bas coûts fait uniquement baisser les coûts tant que les chaînes d'approvisionnement sur lesquelles s'appuient ces processus fonctionnent. Il convient de souligner qu'en plus de favoriser les processus de production modernes, la logistique les enrichit en apportant de la valeur ajoutée (Lee, Nam et Song 2012).

La principale difficulté posée par cette approche tient au fait que le terminal n'est que l'un des maillons de la chaîne d'approvisionnement (Notteboom 2008). Sa capacité à créer de la valeur ajoutée est donc limitée par les actions des autres maillons de la chaîne, qu'il s'agisse de la compagnie maritime, des sociétés de transport routier, des exploitants situés dans l'arrière-pays, des autorités portuaires ou des centres de distribution où les conteneurs seront livrés à terme (Fransoo et Lee 2012).

Depuis quelques années, la nécessité d'aborder la question des terminaux et des ports sous l'angle de la chaîne d'approvisionnement s'impose comme une évidence (Song et Panayides 2008). Les expéditeurs et les destinataires exigent de plus en plus que la responsabilité de l'ensemble des activités logistiques soit assumée par des spécialistes de la chaîne d'approvisionnement mondiale, et l'intégration logistique est devenue une stratégie courante des prestataires de services de transport (Frankel 1999). D'après Robinson (2002), malgré tout l'intérêt qu'il présente, ce nouveau paradigme des ports et terminaux considérés comme des composantes des chaînes d'approvisionnement mondiales reste relativement peu répandu (Song et Panayides 2008, Tongzon, Chang et Lee 2009). Même si les ports ont de toute évidence un rôle à jouer dans les chaînes d'approvisionnement mondiales, ils sont souvent incapables d'influer ou d'agir sur la compétitivité de ces dernières au-delà de leurs propres frontières (Carbone et de Martino 2003).

Le développement et l'essor des ports à conteneurs doit donc être soutenu par une bonne desserte de l'arrière-pays et des moyens ferrés et routiers adéquats doivent être déployés pour que le terminal à conteneurs fonctionne et crée de la valeur ajoutée. Généralement, les processus de la chaîne logistique de l'arrière-pays portuaire peuvent être subdivisés en processus à l'entrée des terminaux, processus de desserte de l'arrière-pays et ports secs. La desserte de l'arrière-pays doit être subdivisée en routes, chemins de fer et voies navigable intérieures. Sachant que, sauf exceptions notables, les voies navigables intérieures jouent un rôle limité dans la plupart des ports, ce mode de transport n'a pas fait l'objet d'une attention poussée (Wiegmans et al. 2004, Konings 2007, Notteboom 2007, par exemple).

Chacune de ces composantes de la chaîne logistique de l'arrière-pays joue un rôle déterminant en permettant au terminal d'apporter une valeur ajoutée dans la chaîne d'approvisionnement. Une bonne coordination de la chaîne de transport dans l'arrière-pays prime d'autant plus pour l'efficacité des terminaux à conteneurs que des considérations relatives à la viabilité sociale et environnementale entrent en ligne de compte. Seule la coordination entre le terminal et l'arrière-pays permet de gérer certaines des externalités négatives associées aux grands ports à conteneurs, comme semble en témoigner la réussite du concept de port sec. Les exploitants de terminaux, les autorités publiques et les prestataires de services logistiques doivent par conséquent intégrer dans les plans d'extension et de développement des terminaux

la pérennité du processus de gestion des conteneurs dans l'arrière-pays. Ces processus, qui commencent à l'entrée du terminal, incluent les activités de transport intérieur jusqu'à un port sec et au-delà. Le reste du présent document portera plus spécifiquement sur chacune des composantes de la chaîne de transport de l'arrière-pays, mettant en évidence les relations entre elles et avec le terminal. Une attention particulière sera accordée au rôle que joue la coordination dans ces processus et aux stratégies à adopter pour réduire l'empreinte carbone de la chaîne de transport dans l'arrière-pays.

Gestion des entrées des ports

Le rôle de la gestion des entrées

Les terminaux à conteneurs sont des installations intermodales dont l'efficacité dépend de l'exécution de processus distincts mais interdépendants. Généralement, les processus des terminaux à conteneurs sont subdivisés en trois grands groupes : côté mer, parc à conteneurs et côté terre (Stahlbock et Voß 2008). S'il n'est pas rare que les terminaux à conteneurs réalisent des opérations de transbordement depuis des navires de haute mer ou de collecte, la plupart consacrent au moins un petit pourcentage de leurs activités au trafic de transit, qui consiste à décharger les conteneurs depuis des porte-conteneurs dans le parc à conteneurs pour les transférer ensuite vers un mode de transport terrestre et inversement.

L'intensité et la complexité des activités terrestres varient considérablement en fonction de la taille du terminal, du type d'infrastructures de transport disponible dans la région et des technologies utilisées dans le terminal. Les grands terminaux combinent généralement les solutions de transport ferroviaire, routier et, le cas échéant, fluvial pour desservir l'arrière-pays. Le transport routier, toutefois, est le plus souvent le principal mode de desserte de l'arrière-pays en raison de sa souplesse et du fait que les camions peuvent circuler quasiment partout où il y a une route (Veenstra, Zuidwijk et van Asperen 2012).

Les entrées du port font partie des points névralgiques de l'infrastructure terminale car c'est là que se déroulent une grande partie des procédures techniques et administratives. Outre le fait qu'elles séparent et protègent le terminal de l'extérieur, les entrées font également office de frontière administrative pour les formalités douanières et autres procédures juridiques et assurent l'interface entre le terminal et l'arrière-pays. Dans la mesure où l'efficacité globale d'un terminal dépend de celle de ses sous-systèmes, les terminaux sont tout particulièrement préoccupés par les retards aux entrées (Zhao et Goodchild 2010). Les opérations à l'entrée sont souvent le résultat d'un effort de coordination entre le terminal et les expéditeurs, les entreprises de camionnage portuaire et les exploitants ferroviaires, les transitaires et les autorités portuaires (Giuliano et O'Brien 2008, Chen, Govindan et Yang 2013).

L'efficacité des opérations à l'entrée a donc été étudiée en détail, en particulier les opérations de camionnage, dans le but d'améliorer leurs performances, d'éliminer la congestion et les goulets d'étranglement ou de réduire les externalités environnementales négatives. Les systèmes à l'entrée peuvent être regroupés en trois grands types : système « premier arrivé, premier servi », système de prise de rendez-vous et système des créneaux (Giuliano et O'Brien 2007, Chen, Govindan et Yang 2013). La plupart des terminaux utilisent la formule du « premier arrivé, premier servi », dans laquelle les camions porte-conteneurs sont chargés ou déchargés en fonction de leur heure d'arrivée aux terminaux. L'un des grands inconvénients de cette méthode est qu'elle entraîne souvent des pics d'activité se traduisant par de l'attente (Chen, Govindan et Yang 2013).

Les exploitants de terminaux ont essayé de mettre en œuvre des systèmes de prise de rendez-vous, soit en offrant la possibilité de prendre un rendez-vous, soit en prévoyant des pénalités pour les exploitants qui ne se présentent pas aux terminaux au bon moment (Huynh 2009, Guan et Liu 2009). Si les avantages d'un système de prise de rendez-vous sont aisément compréhensibles, sa mise en pratique s'est souvent heurtée à un certain scepticisme. Cette situation tient en partie au fait que l'efficacité d'un tel système dépend des heures d'ouverture des installations de distribution et des entrepôts, et dans une certaine mesure de la main-d'œuvre et de la réglementation routière (Giuliano et O'Brien 2007). Le plus souvent, c'est l'organisme chargé de la réglementation, et non le secteur qui a décidé de mettre en place un système de prise de rendez-vous ; d'aucuns en concluent que l'autoréglementation du secteur aurait donné de meilleurs résultats (par exemple, en Californie, voir Giuliano et O'Brien 2007). Dans certains cas, comme celui de Southampton, qui sera examiné plus loin, et d'autres ports britanniques, l'adoption d'un système de prise de rendez-vous a toutefois eu des effets vertueux visibles, sous la forme d'une réduction des émissions et de la congestion (Morais et Lord 2006). De tels systèmes ont donc été adoptés ailleurs dans le monde, comme à Port Metro Vancouver (Canada) et Port Botany (Australie) vous (Davies 2013).

Une autre solution est le système des créneaux, qui se rencontre principalement en Chine (Chen, Govindan et Yang 2013, Chen et Yang 2010). Ce système cale les opérations menées à l'intérieur des terminaux sur les arrivées des navires, ce qui permet de mieux les coordonner et, normalement, d'améliorer l'exploitation des terminaux. Le terminal informe les transitaires de l'arrivée d'un navire et alloue un créneau horaire pour les opérations de camionnage. Ce système de prise de rendez-vous réduit le temps de présence des conteneurs dans le terminal et améliore les opérations de chargement, puisque les conteneurs sont plus faciles à identifier et à localiser dans le terminal. Dans la pratique, cependant, il semble que ce système n'ait pas permis d'éliminer les temps morts pour les chauffeurs de camion à l'extérieur des terminaux (Chen, Govindan et Yang 2013).

Le concept de plaque tournante élargie

Pour simplifier la gestion des entrées de terminaux et réduire la congestion aux environs du port, le concept de plaque tournante élargie a été proposé comme solution de rechange aux opérations de camionnage effectuées directement sur le port (Veenstra, Zuidwijk et van Asperen 2012). L'idée est que les transporteurs routiers puissent acheminer les conteneurs vers un site de l'arrière-pays, idéalement par voie fluviale ou ferroviaire. De cette manière, le terminal remédie à la congestion à ses entrées ainsi que la pression exercée sur la capacité de son parc à conteneurs. Ce concept a été associé à celui des ports secs (Roso, Woxenius et Lumsden 2009a, Bergqvist, Wilmsmeier et Cullinane 2013a, par exemple), qui sera examiné en détail plus loin.

Le concept de port sec consiste à délocaliser certaines opérations de chargement et de déchargement à l'intérieur des terres pour exploiter les économies d'échelle résultant de la densité du trafic par itinéraire et pour faire baisser les coûts externes (voir par exemple Bergqvist 2012). Les ports secs permettent de concentrer les marchandises sur des axes fluviaux ou ferroviaires et, ainsi, d'utiliser plus judicieusement la capacité à un coût unitaire moindre. Cette solution rend le transfert modal de la route au rail ou au fluvial beaucoup plus intéressant sur le plan économique. En outre, la circulation routière diminue dans les zones portuaires encombrées et les camions n'ont plus à traverser les quartiers métropolitains environnants. Comme souligné par Rodrigue (1999), notamment, la synchronisation des activités des terminaux à conteneurs le long de la chaîne d'approvisionnement renforce leur avantage concurrentiel. Le concept de plaque tournante élargie suppose que le terminal mène ses activités d'entrée dans le terminal intérieur. Le transport vers le terminal intérieur est alors internalisé par l'exploitant du terminal, qui a la possibilité de transporter vers l'intérieur des terres de gros volumes par voie fluviale ou ferroviaire (Veenstra, Zuidwijk et van Asperen 2012).

Les problèmes qu'il soulève concernent notamment le choix de l'emplacement du terminal, la coordination du transport de conteneurs (différents conteneurs arrivent et sont réclamés par leurs clients en même temps, par exemple), l'interconnexion des réseaux de transport ferroviaire ou fluvial, l'échange d'informations, la conception du réseau et les procédures administratives (les formalités douanières, par exemple). Comme souligné dans l'introduction, l'augmentation de la taille des navires contraint les terminaux à conteneurs à trouver des solutions de rechange plus innovantes pour gérer les flux de conteneurs à l'entrée, or la plaque tournante élargie offre des perspectives intéressantes à cet égard.

Considérations pratiques

L'efficacité et l'efficacité d'un système de gestion des entrées dépend de la disponibilité et des caractéristiques des systèmes informatiques utilisés dans le terminal, du degré de coordination et d'échange d'information entre exploitants, de la réglementation du travail, de la politique de sûreté et de sécurité dans le terminal ainsi que du droit du travail dans le transport routier. Il convient de mettre l'accent sur trois grandes considérations pratiques qui pourraient agir sur l'efficacité de certains systèmes de gestion des entrées :

i) Infrastructure informatique. La fourniture d'informations précises, en temps voulu, est nécessaire. L'échange de données est indispensable non seulement pour coordonner les activités des différents acteurs de la desserte de l'arrière-pays, mais aussi pour assurer la visibilité dans la chaîne de transport à des fins d'efficacité, de sécurité et de planification. Comme le soulignent notamment Kia et al. (2000), le rôle des technologies de l'information et de la communication dans la gestion d'un terminal est déterminant pour l'efficacité des opérations. Les systèmes d'entrée font généralement partie d'un système multipoint, dans lequel les informations sur le manifeste de chargement du conteneur, le fret ou le conducteur du camion sont recueillies et reliées au système EDI du terminal (Guan et Liu 2009, Huynh 2009, Zhao et Goodchild 2010). Pour des raisons de sécurité et d'efficacité, les terminaux à conteneurs font de plus en plus usage de technologies d'identification avancées (Marchet, Perotti et Mangiaracina 2012, Shi, Tao et Voß 2011, Hu et al. 2011), indispensables à l'intégration sur les chaînes d'approvisionnement (Song et Panayides 2008, Marchet, Perotti et Mangiaracina 2012, Almotairi et Lumsden 2009). Les difficultés posées par la mise en œuvre des TIC dans les terminaux et les ports ont également fait l'objet de nombreuses études dans les marchés développés (Helling et Poister 2000), et des initiatives de coopération ou la constitution de co-entreprises entre exploitants de terminaux et prestataires de services de transport ont permis de mettre à profit les innovations obtenues dans ce domaine pour perfectionner les systèmes de gestion des entrées des terminaux (Bagchi et Paik 2001).

ii) Réglementation du travail et pratiques dans le secteur du transport routier. La mise en place d'un système de prise de rendez-vous, qui paraît offrir un bon moyen d'améliorer l'efficacité à l'entrée des terminaux à conteneurs, est souvent entravée par des problèmes liés à la réglementation du travail, aux méthodes de travail dans le secteur et aux difficultés inhérentes à la gestion du processus (Goel et Kok 2012a, Goel et Kok 2012b). Si l'expérience semble plus fructueuse lorsque l'organisme chargé de la réglementation intervient davantage (Giuliano et O'Brien 2008, van Asperen, Borgman et Dekker 2011), elle n'a généralement pas les effets positifs escomptés (van Asperen, Borgman et Dekker 2011). L'efficacité des systèmes d'entrée reste tributaire de la réglementation du travail et des pratiques professionnelles, par exemple en ce qui concerne les horaires d'ouverture des installations de distribution et des entrepôts destinés aux clients.

iii) Sécurité et formalités douanières au terminal. La réglementation en matière de sécurité et de douanes pouvant entraîner des retards considérables dans l'exploitation du terminal, il est vital de collaborer avec les organismes responsables et d'intégrer les pratiques de sécurité dans la gestion des entrées. On trouve désormais des publications sur le thème de la sécurité pour la logistique des conteneurs (Acciaro et Serra 2013), mais des questions importantes demeurent en ce qui concerne l'impact des

procédures de scannage des conteneurs (Bakshi, Flynn et Gans 2011), le code ISPS (Yang 2010, Lirn et Wang 2010) ou la capacité d'adaptation de l'exploitation du terminal (Lewis, Erera et White 2003, Yeo, Pak et Yang 2013). L'analyse de 470 terminaux à conteneurs révèle que les opérations liées à la sécurité, en particulier les régimes d'inspection, nuisent à l'efficacité de l'exploitation des terminaux, mais la nature et l'ampleur de cet impact dépendent fortement du type de réglementation et de la stratégie de sécurité en place dans le terminal (Bichou 2011).

Étude de cas : mise en place d'un système de prise de rendez-vous dans le terminal à conteneurs du port de Southampton

Deuxième port à conteneurs du Royaume-Uni après celui de Felixstowe, le port de Southampton compte un seul terminal à conteneurs, DP World Southampton, dans lequel 1.6 millions d'EVP ont été manutentionnés en 2012. Entre 2001 et 2004, les embouteillages y perturbaient les horaires de rotation des camions, principalement en raison des pics d'affluence et de l'explosion du trafic conteneurisé. En 2003, le terminal s'est doté d'un système de réservation de créneaux pour les camions. La situation ne s'étant guère améliorée, un autre dispositif, rendant cette fois la réservation obligatoire, a été adopté en 2005 (Davies 2013).

Ce nouveau système régule l'accès des camions au terminal en limitant le nombre de créneaux disponibles par heure à 10 % du total. La réservation coûte 1 GBP de plus aux heures de pointe et est gratuite en heures creuses. De plus, le terminal fait payer 25 GBP la non-venue d'un camion. Les réservations sont modifiables sans frais dès lors que les capacités le permettent et que la limite de 10 % n'a pas été atteinte et elles peuvent être échangées avec un autre transporteur.

Le système, perfectionné en 2013 avec la mise en place d'un nouvel interface visuel, a permis de raccourcir le temps de rotation des camions. Les terminaux de Tilbury et de Felixstowe ont adopté des systèmes similaires. Souplesse et convivialité sont les caractéristiques qui semblent favoriser leur utilisation et leur efficacité (Davies 2013).

Investissement routier et gestion de la congestion

Logistique et développement des infrastructures dans l'arrière-pays

La qualité des infrastructures de desserte de l'arrière-pays est l'un des principaux facteurs de compétitivité d'un port (FIT, 2008). On recense un grand nombre de cas dans lesquels les nouveaux aménagements portuaires ont donné des résultats décevants faute d'investissements suffisants dans les infrastructures de transport. Cela n'est guère surprenant puisqu'une bonne liaison avec l'arrière-pays est l'un des principaux critères sur la base desquels les compagnies maritimes, les expéditeurs et les prestataires de services logistiques choisissent un port (Wiegman et al., 2008). La qualité de la desserte se mesure de différentes manières, au regard de :

- la densité des réseaux de transports intérieurs
- l'accessibilité à des centres industriels et logistiques clés, exprimée en fonction du temps de déplacement et des frais de transport

- l'éventail des modes de transport qui s'offre aux transporteurs
- la capacité des principaux corridors
- la fiabilité des livraisons dans l'ensemble de l'arrière-pays.

De toute évidence, ces aspects de la connectivité sont étroitement liés entre eux. Par exemple, des capacités inadéquates créeront des problèmes de congestion nuisibles à la fiabilité. Les relations entre capacité, congestion et fiabilité occupent une place centrale dans la planification des réseaux de transport intérieurs. Leur importance ne cesse de croître sous l'effet des six tendances lourdes suivantes :

- a) Le raccourcissement des calendriers logistiques : les sociétés ayant diminué les stocks et la durée des cycles de commande, leurs systèmes de production et de distribution sont maintenant plus sensibles aux retards, alors que la mondialisation a éloigné les circuits d'approvisionnement et les a rendus plus tributaires des services de transport de conteneurs hauturier.
- b) L'augmentation rapide du trafic de conteneurs, principalement due à la libéralisation des échanges et à la mondialisation des stratégies de fabrication et d'approvisionnement.
- c) La forte augmentation de la taille des navires porte-conteneurs, qui fait gonfler les flux intérieurs crée des goulets d'étranglement sur les maillons faibles des réseaux de desserte de l'arrière-pays.
- d) La concentration des moyens de production et des capacités de stockage dans un nombre plus restreint de lieux, dans un souci d'économies d'échelle. En conséquence, les flux de conteneurs sont canalisés sur des corridors clés, souvent inadéquats.
- e) L'adoption de la « navigation à vitesse réduite » par les compagnies de transport maritime conteneurisé, dans le but premier de contracter les frais de carburant. Pour compenser l'allongement des temps de transport sur le segment maritime, les expéditeurs souhaitent accélérer la desserte de l'arrière-pays et la rendre plus fiable afin de réduire au minimum les répercussions sur les calendriers de production et de distribution (Maloni et al., 2013).
- f) Le rééquilibrage des coûts de transport en haute mer et de desserte de l'arrière-pays. À mesure que l'utilisation de navires de plus en plus grands abaisse le coût par EVP/km sur le segment maritime, la part de la desserte de l'arrière-pays augmente dans le coût total du transport de porte à porte (Notteboom 2008). Cette hausse est accentuée par les coûts de l'énergie (l'intensité énergétique de la desserte de l'arrière-pays étant significativement supérieure à celle du transport maritime en haute mer) et la congestion qui nuit à la fiabilité des réseaux intérieurs.

Ces tendances soulignent l'importance de la logistique pour l'aménagement de la desserte de l'arrière-pays. Cette question a retenu l'attention de nombreux chercheurs au cours des dix dernières années (Notteboom et Rodrigue 2007, 2008, par exemple). De nombreux travaux ont été consacrés à la mutation des ports, qui ne sont plus des terminaux de transport de base, mais se sont érigés en plateformes intégrées dans les chaînes d'approvisionnement afin d'étendre leur gamme de services à valeur ajoutée (Carbone et de Martino 2003, par exemple). Dans cette quête de valeur ajoutée, les compagnies maritimes ont également diversifié leur logistique terrestre. Un autre aspect de cette mutation logistique du transport maritime, qui retient moins l'attention, est la prise en compte de l'évolution géographique des systèmes logistiques des compagnies dans l'aménagement des infrastructures de l'arrière-pays (McKinnon 2010). De nombreux pays voient actuellement évoluer l'interface entre le réseau de transport maritime conteneurisé et les chaînes d'approvisionnement des expéditeurs, ce qui modifie le schéma du transport de conteneurs à l'intérieur des marchés nationaux. D'après Hall et Jacobs (2010), le maintien de la

compétitivité des ports dans ce nouveau contexte exige une action coordonnée, tant à l'intérieur des chaînes d'approvisionnement déjà en place qu'entre les chaînes d'approvisionnement concurrentes qui partagent les mêmes espaces et infrastructures dans l'arrière-pays portuaire (p. 1113). De toute évidence, il incombe à l'État de désengorger les principales voies de desserte des ports. L'usage veut que l'administration centrale et les collectivités se partagent cette tâche d'aménagement infrastructurel. Au Royaume-Uni, les autorités ont imposé aux concepteurs de ports de financer la construction de routes afin de faciliter l'accès aux installations portuaires et d'éviter d'éventuels problèmes de congestion. Les pouvoirs publics peuvent également peser sur les niveaux de la congestion et les flux de trafic tout en finançant, moyennant des péages pour camions, l'aménagement infrastructurel dans l'arrière-pays portuaire (McKinnon 2006).

L'itinéraire des conteneurs dépend essentiellement des lieux où ils sont chargés, déchargés (lieux de « transbordement ») et, une fois vides, repositionnés dans l'arrière-pays pour servir au transport de marchandises d'exportation ou pour retourner dans un port en vue d'une nouvelle expédition dans le monde.

Emplacement des installations de transbordement

L'essence même de la conteneurisation est de permettre aux marchandises d'être transférées de porte à porte dans des modules scellés normalisés. Cependant, l'emplacement de ces « portes » change à mesure que les compagnies modifient les points de la chaîne d'approvisionnement sur lesquels elles procèdent aux opérations d'empotage et de dépotage. De récents travaux de recherche menés au Royaume-Uni ont montré que la grande majorité des conteneurs entrants sont acheminés dans des centres de distribution généraux ou dédiés aux marchandises importées, qui se situent à des endroits stratégiques pour la distribution nationale et régionale dans le pays. On observe néanmoins de nouvelles variantes de ce schéma :

i) Logistique centrée sur les ports : ce concept s'applique principalement, mais pas exclusivement, au trafic entrant de conteneurs et consiste à dépoter le conteneur dans un centre de distribution situé à proximité du port (Mangan et al. 2008). Les marchandises importées y sont stockées et manutentionnées puis livrées dans l'arrière-pays, par camions ou à bord de wagons classiques. La logistique centrée sur les ports a été fortement favorisée par les autorités portuaires et les promoteurs immobiliers ces dernières années, en particulier au Royaume-Uni et aux États-Unis. Le nouveau port de London Gateway en est une parfaite illustration : aménagé par DP World dans l'estuaire de la Tamise pour un coût de 2 milliards USD, il comprendra à terme un terminal à conteneurs de six postes d'amarrage et un parc de distribution adjacent de 450 hectares.

La logistique centrée sur les ports confère des avantages aux autorités portuaires, aux compagnies maritimes et aux expéditeurs. Pour les autorités portuaires, elle offre un moyen d'exploiter les terrains non utilisés, de se diversifier dans des services logistiques à valeur ajoutée et de fidéliser davantage les expéditeurs. Les compagnies maritimes, quant à elles, peuvent accélérer les temps de rotation des conteneurs et, dans les pays où les flux de conteneurs sont déséquilibrés, limiter au minimum les mouvements de conteneurs vides dans l'arrière-pays. Les expéditeurs assurent une distribution plus directe des marchandises à partir de centres installés dans des ports, ce qui supprime des maillons de la chaîne d'approvisionnement, raccourcit la durée du transport terrestre et permet parfois de tirer profit de terrains meilleur marché. En regard de ces avantages, cependant, les expéditeurs doivent évaluer les inconvénients liés au fait que le centre de distribution se situe en périphérie du marché national et qu'ils se lient pour longtemps au portefeuille de services de conteneurs d'un port particulier. La localisation périphérique est moins problématique dès lors que le port se situe à proximité d'une zone à forte concentration démographique ou industrielle, comme London Gateway, et que les marchandises stockées et manutentionnées passent, pour la plupart ou en totalité, par le port. En revanche, lorsque la provenance des

marchandises est beaucoup plus diverse, il est probablement moins judicieux d'avoir le centre de distribution dans le port plutôt qu'à un endroit plus central (Monios et Wilmsmeier 2012).

La généralisation du modèle de logistique centrée sur les ports serait lourde de répercussions sur le développement de l'infrastructure de transport. Le regroupement, dans un même port, de centres de distribution assurant une desserte radiale du marché national suppose l'existence de liaisons routières, voire ferroviaires, multidirectionnelles et satisfaisantes. Alors que le transport traditionnel de conteneurs dans l'arrière-pays, vers des terminaux intérieurs et ports secs situés, se traduit par l'acheminement de flux de conteneurs le long de corridors stratégiques en direction de grandes plateformes d'échanges, les points de vente et d'utilisation finals vers lesquels les livraisons sont effectuées au départ de centres de distribution sont généralement beaucoup plus éparpillés. De même, le transbordement des marchandises conteneurisées dans des camions articulés tend à accroître le cubage total, notamment parce que l'utilisation unitaire d'équipements de manutention est beaucoup plus élevée en logistique terrestre et que la densité d'emportage est généralement supérieure dans le transport hauturier que dans les modes de transport de surface. Plusieurs camions sont parfois nécessaires pour distribuer le chargement d'un seul conteneur densément rempli de marchandises d'importation (McKinnon 2013).

La logistique centrée sur les ports influe également sur la répartition modale du fret dans l'arrière-pays portuaire. Par exemple, le remplacement du transport conteneurisé par le transport de fret en vrac ou sur palettes au départ de centres de distribution basés dans des ports peut nuire à la compétitivité du rail. Les livraisons provenant de ces centres de distribution étant davantage dispersées, les sociétés de fret ferroviaire peuvent peiner à constituer des chargements viables, compte tenu en particulier des délais de livraison serrés auxquels les chaînes d'approvisionnement du commerce de gros et de détail sont soumises en aval des ports. Dans la plupart des pays, la part du fret ferroviaire est plus faible au niveau de la « distribution secondaire », c'est-à-dire au départ des centres de distribution, qu'au niveau primaire, où les marchandises sont acheminées vers les usines et centres de distribution. Ce qui précède donne à penser que la logistique centrée sur les ports peut faire pencher la balance de la répartition modale dans l'arrière-pays en faveur de la route, mais c'est une conclusion qu'il faudra confirmer de manière empirique.

ii) Groupage des chargements de conteneurs : une autre tendance logistique qui se dessine clairement sur les marchés exportateurs et destinataires est que le fret maritime est acheminé vers des centres de regroupement terrestres en vue d'accroître le niveau de remplissage des conteneurs et de multiplier les possibilités de chargement des conteneurs afin qu'ils ne repartent pas à vide. Les grands détaillants qui s'approvisionnent auprès de nombreux fournisseurs sur un marché donné recourent de plus en plus au regroupement de chargements partiels de conteneurs sur des plateformes de groupage. De même, les fabricants détenteurs de nombreux sites de production et d'entreposage, que les flux conteneurs quittaient habituellement sans coordination, ont entrepris de mettre en place des plateformes sur lesquelles le fret maritime est groupé en chargements de conteneurs optimisés. Cette évolution fait chuter les coûts de fret maritime bien qu'ajoutant un nœud et une liaison dans la chaîne d'approvisionnement maritime. Elle multiplie également les possibilités de transférer le fret vers le rail (ou les voies navigables intérieures) en regroupant les flux de conteneurs en chargements de trains ou de barges. Cet effet sur le transfert modal est amplifié dès lors que plusieurs sociétés regroupent leurs « plateformes maritimes » dans des lieux offrant un bon accès aux réseaux de transport ferroviaire et fluvial.

Repositionnement des conteneurs vides

Le triage du stock de conteneurs vides est l'un des aspects les plus problématiques de la conteneurisation. Dans la quasi-totalité des pays, son efficacité laisse grandement à désirer, mais le degré de sous-optimisation est très difficile à évaluer faute de données sur le transport des conteneurs vides. Par exemple, il est courant qu'après déchargement sur un site d'importation, les conteneurs vides retournent au port pour être expédiés vers un lieu d'exportation afin d'y recevoir un nouveau chargement. En général, en

cas de « triangulation » dans l'arrière-pays, les itinéraires sont inutilement sinueux. Même lorsqu'une usine ou un entrepôt réceptionne et produit des marchandises transportées par conteneurs, il est rare que les conteneurs entrants en repartent chargés de produits destinés à l'exportation, en conséquence de quoi :

- Les temps de rotation des conteneurs sont allongés.
- Bien souvent, les expéditeurs manquent de conteneurs du type et de la taille voulus.
- L'arrière-pays est le théâtre d'un gros volume de trafic inutile, ce qui augmente la circulation, les coûts et les émissions.

L'inefficience du repositionnement terrestre des conteneurs vides perdure pour plusieurs raisons, parmi lesquelles figurent le caractère inadapté des systèmes informatiques, le refus des compagnies maritimes de partager des conteneurs, l'existence de restrictions sévères en termes de surestaries et une absence générale de coordination entre les parties prenantes. Le concept de la « grey box » a longtemps été présenté comme un moyen de regrouper les capacités de conteneurs vides et, ainsi, d'en rationaliser le transport dans l'arrière-pays. Cependant, peu d'exemples témoignent d'une application réussie ou durable de ce concept. L'adoption de la logistique centrée sur les ports contribuerait également à atténuer le problème du repositionnement de conteneurs vides, mais, comme nous l'avons vu auparavant, cette solution risque de ne séduire qu'un petit nombre de sociétés qui ont des besoins logistiques particuliers.

Une solution alternative ou complémentaire consisterait à affecter une partie de la capacité des conteneurs vides à la distribution de fournitures industrielles et de marchandises de détail à l'intérieur du pays. Cela passe par une meilleure intégration de la logistique maritime et intérieure dans l'arrière-pays portuaire ainsi que par un certain assouplissement des restrictions qui pèsent actuellement sur l'utilisation et le retour des conteneurs. Ainsi, les conteneurs serviraient à transporter des marchandises destinées à la consommation intérieure le long des itinéraires empruntés pour les ramener au port ou les acheminer vers un lieu d'exportation. Dans les pays où c'est le chargeur qui assure une grande partie du transport de conteneurs, les expéditeurs ont très fortement intérêt à optimiser les recettes générées par le repositionnement des conteneurs et, comme les transporteurs, à trouver des chargements complémentaires. Les sites de groupage en ligne peuvent faciliter cette recherche, mais, en logistique intérieure, le déploiement de capacités de conteneurs vides suppose également d'adapter les systèmes de manutention et les aires de réception sur les sites industriels et commerciaux. Globalement, comme dans bien des aspects de la desserte de l'arrière-pays, tous les acteurs concernés devront coordonner leurs efforts pour tirer pleinement profit de cette solution (van der Horst et de Langen 2008).

La rationalisation des déplacements de conteneurs vides dans l'arrière-pays atténuerait les pressions exercées sur les infrastructures des itinéraires principaux au départ et à destination du port, en particulier lorsque le repositionnement implique régulièrement l'acheminement de conteneurs via le terminal du port.

Accès ferroviaire aux terminaux

Desserte ferroviaire de l'arrière-pays : expériences internationales

Pour réduire la congestion routière et exploiter les économies générées par la densité du trafic, l'une des solutions les plus souvent mises en avant consiste à augmenter la part du transport ferroviaire et fluvial par rapport à celle du transport routier. Malgré les avantages substantiels qu'ils offrent du point de vue des

coûts et de l'environnement, ces deux modes de transport sont généralement moins souples et exigent une coordination accrue dans la mesure où de multiples exploitants privés et organismes publics doivent coopérer de façon harmonieuse. Cette coordination ne se fait pas spontanément et nécessite une intervention particulière des pouvoirs publics (van der Horst et de Langen 2008).

Vu la complexité de la coordination ferroviaire, l'adoption du rail dans les terminaux à conteneurs dépend du modèle institutionnel appliqué à ce mode dans le pays concerné. L'infrastructure ferroviaire et les configurations de son exploitation sont généralement divisées en fonction de leur degré d'intégration géographique et fonctionnelle (Pittman 2007). S'il existe des arguments pour et contre différentes configurations institutionnelles, dans le cas précis de la desserte ferroviaire des terminaux à conteneurs, la création de corridors de fret dédiés exige souvent l'adhésion d'une multiplicité d'acteurs, des exploitants de réseaux et du concepteur de l'infrastructure. De plus, dans le cas d'un réseau mixte, c'est-à-dire servant à la fois au transport de personnes et de marchandises, les relations avec l'exploitant des services ferroviaires de voyageurs peuvent devenir un facteur déterminant.

En Europe, les pouvoirs publics visent à séparer la gestion de l'infrastructure des services de voyageurs et de fret, pour venir à bout du monopole naturel détenu par des réseaux ferroviaires intégrés à l'échelle nationale. On est encore bien loin d'avoir remplacé le monopole des chemins de fers nationaux par une situation dans laquelle les infrastructures seraient gérées au niveau national et les exploitants interviendraient à l'échelle européenne. La réforme a favorisé le développement d'entreprises de chemin de fer dédiées, en particulier aux abords des grands ports. L'offre de services de navette de conteneurs est en hausse et devrait croître sous les pressions environnementales et économiques. En particulier, l'aménagement de corridors de fret dédiés, comme la « Betuweroute » aux Pays-Bas, sur laquelle plus de 350 trains circulent par semaine, ou le « Rhin de fer » en Belgique, que 200 trains porte-conteneurs empruntent chaque semaine au départ d'Anvers, vise à créer des conditions plus favorables pour le transport ferroviaire (Meersman et al. 2008).

Un exemple particulièrement concluant est celui du développement du transport ferroviaire de marchandises au départ des ports de Hambourg et de Brême à destination de leur arrière-pays. À Hambourg, le réseau ferré du port est géré par les autorités portuaires et achemine 2 millions d'EVP sur 300 km (Free and Hanseatic City of Hamburg et Hamburg Port Authority 2012). Quatre-vingt-douze exploitants sont autorisés à l'utiliser. Autrement dit, plus de 30 % des flux de conteneurs sont assurés par le rail (contre 10 % à Rotterdam et à Anvers). Aujourd'hui, le port de Hambourg gère quelque 200 trains par jour, chiffre qui devrait doubler au cours des dix prochaines années. C'est dans le port de Bremerhaven que la part du ferroviaire dans le trafic conteneurisé portuaire est la plus élevée puisque 45 % des conteneurs acheminés vers l'intérieur du pays le sont par le rail.

En Russie, le transport de marchandises est à l'origine de l'exploitation intensive du rail (Pittman 2004). Comme dans d'autres pays, l'objet des réformes ferroviaires engagées était d'accroître l'efficacité du secteur et d'offrir des solutions concurrentielles aux expéditeurs (Pittman 2013). Vu les avantages notoires du rail, il est prévu d'accroître la compétitivité du nouveau port d'Oust Louga en développant l'infrastructure ferroviaire qui dessert l'arrière-pays, entre le port et le centre de distribution Distriport de Predportovy, le centre de logistique Interterminal Predportovy et d'autres installations logistiques dans la région de Saint-Petersbourg (Korovyakovsky et Panova 2011).

En Asie, la pénétration du transport ferroviaire est hétérogène, les différences étant très marquées entre les systèmes utilisés en Chine, en Inde et en Asie du Sud-Est. Le rail n'affiche pas le même degré d'efficacité que dans d'autres parties du monde, mais l'intermodalité gagne peu à peu du terrain. En Chine, le développement des ports secs continue d'être entravé par des infrastructures saturées et les lourdeurs administratives (Beresford et al. 2012). En Inde, la congestion est monnaie courante et les

infrastructures logistiques sont très morcelées (Ng et Gujar 2009, Haralambides et Gujar 2011), tandis que le transport ferroviaire est quasi-inexistant en Asie du Sud-Est.

En Amérique du Nord, le rail a longtemps été la cheville ouvrière du transport de marchandises et du développement d'un réseau intégré de ports secs. Ainsi, l'aménagement de plateformes de fret, comme celle de Chicago, a été rendu possible par l'existence d'un réseau de transport de fret ferroviaire abordable et fiable, reliant de grands ports à des terminaux satellites et à des centres de chargement situés à l'intérieur du pays (Rodrigue et al. 2010). Le système commence à perdre en efficacité du fait des contraintes de capacité, des difficultés soulevées par la coordination de sept principaux exploitants ferroviaires indépendants et des problèmes transmodaux spécifiques à Chicago, parmi lesquels figurent les embouteillages gigantesques et l'exacerbation des risques pour la sécurité (Rodrigue et Notteboom 2010).

Suite à la perturbation du système ferroviaire provoquée par une tempête de neige au cours de l'hiver 1999/2000, le Chicago Region Environmental and Transportation Efficiency Programme (CREATE) a été constitué sous couvert d'un partenariat public-privé afin de financer les travaux d'expansion et de maintenance nécessaires à la hausse du trafic ferroviaire de voyageurs et de fret dans la région (Monios et Lambert 2013). Les 1.5 milliard USD qu'il a coûtés ont été fournis à hauteur de 15 % environ par les chemins de fer et, pour le reste, par différentes sources locales, étatiques et fédérales (Monios et Lambert 2013).

En Amérique du Sud, de vastes réformes ferroviaires ont été menées et achevées dans les années 90, tout d'abord au Mexique et en Argentine, puis plus récemment au Brésil. La particularité du système est que la préférence est donnée aux concessions ferroviaires d'intégration verticale. Dans ces pays, les principaux obstacles à l'attractivité du rail en termes de corridors de fret semblent liés à l'existence d'une concurrence très vive entre les exploitants et avec le secteur du transport routier, ainsi qu'à la gestion des droits d'accès aux principaux ports ; par exemple, la privatisation de l'unique itinéraire d'accès au port de Santos au Brésil a nécessité le recours au transbordement pour les derniers 22 km (Eustache, Goldstein et Pittman 2001, Padilha et Ng 2012).

Problèmes de coordination dans la desserte ferroviaire de l'arrière-pays

Comme le montre l'examen géographique de la section précédente, la coordination de la desserte ferroviaire de l'arrière-pays n'est pas spontanée, mais exige des mesures concrètes de la part des pouvoirs publics. Comme l'expliquent van den Horst et de Langen (2008), des difficultés de coordination apparaissent en raison de la multiplicité des acteurs associés au développement et à l'aménagement de l'infrastructure de transport ferroviaire.

Van den Horst et de Langen (2008) ont recensé une partie des problèmes de coordination rencontrés dans le transport ferroviaire de conteneurs : capacités inutilisées et congestion, qui vont souvent de pair dans le problème des pics de charge ; retards dus au manque de planification dans les terminaux ferroviaires ; et mise en commun limitée des moyens de traction et du fret ferroviaire. Ils proposent également quatre grandes mesures pour améliorer cette coordination :

- Mettre en place des incitations : systèmes de récompenses ou d'amendes, tarifs différenciés ou mise aux enchères des capacités, comme dans le cas de Long Beach, où un tel système a été mis en place en 2009/2010 pour inciter les compagnies maritimes et les terminaux à transporter les conteneurs par le rail.
- Créer des alliances inter-entreprises : co-entreprises, contrats spécifiques à des projets ou autres formes de coopération verticale le long de la chaîne, comme dans le cas de l'accord sur l'échange de locomotives conclu entre des sociétés ferroviaires néerlandaises.

- Modifier l'objet de l'organisation : création de mécanismes de partage ou d'intégration des risques le long de la chaîne, établissement de Rail4Chem (désormais détenu par la SNCF), de l'European Bulls Rail Freight Alliance ou de l'initiative Shift2rail aux fins de la mise au point de technologies ferroviaires interopérables et de l'essor du transfert modal.
- Déployer des efforts collectifs : intervention des pouvoirs publics ou du secteur privé, par exemple, avec la mise en place de plateformes d'échange des marchandises acheminées par le rail et l'exécution de mesures en faveur du fret ferroviaire, comme l'initiative « Hafen Hamburg 62+ » destinée à accélérer le transfert modal du fret à destination de la Bavière.

Valeur ajoutée du transport ferroviaire de conteneurs dans les ports

Pour comprendre les difficultés que le rail soulève dans les terminaux à conteneurs au départ et à destination de l'arrière-pays d'un port, il est important de faire la distinction entre trois enjeux différents mais interdépendants :

i) Valeur pour les utilisateurs. Le transport ferroviaire de conteneurs présentera un intérêt tant que les expéditeurs tireront un avantage de son utilisation. Depuis quelques années se pose la question de la compétitivité des chaînes intermodales. Les avantages potentiels du rail sur le plan environnemental sont évidents, mais il reste à savoir si la fiabilité et les économies escomptées suffiront à compenser la plus grande souplesse conférée par le transport routier.

ii) Qualité et prix du service ferroviaire. L'attractivité de la desserte ferroviaire dépend des politiques tarifaires, de la qualité du service et des conditions dans lesquelles la liaison ferroviaire est assurée. Les politiques tarifaires applicables aux liaisons ferroviaires sont difficiles à formuler et, en règle générale, ne permettent pas de recouvrer l'intégralité du coût des infrastructures. De même, l'efficacité du réseau, l'accès aux terminaux et aux gares de triage, ou encore l'interaction avec d'autres parties du réseau sont susceptibles d'influer sur la fiabilité et l'efficacité du transport ferroviaire. En particulier, l'infrastructure de triage et d'aiguillage, la signalisation, ainsi que le niveau et la disponibilité des voies électrifiées et des terminaux sont certains des aspects à prendre en considération pour évaluer l'attractivité du rail et des installations ferroviaires des terminaux.

iii) Développement et financement du réseau ferroviaire. Vu les coûts associés au développement de l'infrastructure ferroviaire, le modèle utilisé pour construire et financer le réseau est également susceptible d'avoir un impact sur l'exploitation. Si les partenariats public-privé semblent donner des résultats plutôt satisfaisants dans les domaines du développement et de la gestion de l'infrastructure routière, leur mise en œuvre dans le cas du rail et d'autres infrastructures intermodales est moins encourageante. On peut en déduire que l'aménagement de nouvelles infrastructures de fret ferroviaire exige le plus souvent un certain niveau de financement public. C'est particulièrement vrai lorsque les réseaux ferroviaires sont scindés verticalement. S'il pourrait être tentant de mettre en place des corridors ferroviaires dédiés là où les volumes sont prévisibles et stables, les délais de recouvrement des coûts d'infrastructure sont généralement trop longs pour le secteur privé et, compte tenu des économies d'échelle associées au développement d'infrastructures ferroviaires, le recours au financement privé risque de déboucher sur des installations insuffisantes ou mal entretenues (Monios et Lambert 2013).

Entre autres exemples dignes d'intérêt, on citera le corridor Alameda, en Californie. Cet axe ferroviaire de 32 km, qui offre une très grande capacité (trois voies pour trains à double hauteur de gerbage), relie les ports de Los Angeles et de Long Beach aux grandes lignes ferroviaires Union Pacific (UP) et Burlington Northern Santa Fe (BNSF), dont la mise en service date de 2002. Au total, le projet a coûté 2.43 millions USD, financés pour moitié par des obligations de financement de projet (revenue bonds) et pour le reste par des emprunts fédéraux et les autorités portuaires.

Étude de cas : l'aide publique au fret ferroviaire au Royaume-Uni

Au Royaume-Uni, les marchandises transportées par le rail sont acheminées à bord de trains qui sont exploités par des sociétés privées et qui circulent sur des voies détenues par une société privée « à but non lucratif ». Les droits d'accès au réseau sont facturés sur la base des coûts évitables, qui se limitent généralement aux coûts d'usure et de gestion de l'exploitation. Les dépenses d'investissement en sont actuellement exclues car le fret occupe rarement la première place dans les utilisations qui sont faites du réseau ferroviaire britannique. Cependant, l'organisme responsable de la réglementation ferroviaire envisage de faire participer certaines catégories de fret au financement des dépenses d'investissement en raison de la croissance du trafic sur certaines lignes. Cette question des dépenses d'investissement risque donc d'empêcher les services de fret ferroviaire de s'étendre aux ports, même si, depuis quelques années, les services ferroviaires de transport conteneurisé tirent profit de l'augmentation du « gabarit de chargement » sur les itinéraires stratégiques desservant les ports en eau profonde de Southampton et de Felixstowe, puisque les conteneurs de 9.6 pieds de haut peuvent désormais y circuler. L'aménagement de la desserte de Southampton a été financé par l'État et le secteur. La plus grosse partie de ce financement a été assurée par le ministère des Transports (43 millions GBP), les autres financeurs étant l'Associated British Ports, le South East England Development Agency et le Fonds européen de développement régional. Au cours de l'année qui a suivi l'augmentation du gabarit, la part du rail dans le trafic conteneurisé en provenance et à destination du port est passée de 29 % à 36 % sur l'axe raccordant Southampton à la WCML, principale ligne de l'ouest du pays (Freightliner 2013). Dans le cas de Felixstowe, les aménagements ont été financés par le Fonds pour l'innovation dans les transports, qui relève du ministère des Transports.

Depuis 1974, l'État britannique administre un programme de subventions des installations de fret, Freight Facilities Grant (FFG), qui soutient les projets dont il est démontré que le recours au rail plutôt qu'à la route procurera un avantage net à l'environnement. Cet avantage est exprimé en SLM (Sensitive Lorry Mile) et correspond au trafic routier libéré des poids lourds (Department for Transport 2009a). La valeur monétaire affectée aux SLM varie selon la catégorie de route considérée, en fonction de sa sensibilité environnementale. La valeur totale de SLM calculée détermine le plafond de la subvention et, par conséquent, le degré envisageable de l'incitation en faveur du transfert modal. Entre 1997 et 2011, 45 FFG ont été allouées en Écosse pour une valeur totale de 62 millions GBP, ce qui, d'après les estimations, aurait libéré les routes écossaises de 34.2 millions de camions-milles par an, soit un SLM moyen de 1.82 GBP (Scottish Government, 2012). Ces subventions ont également bénéficié à des ports à conteneurs ainsi qu'à des terminaux à conteneurs intérieurs, en conséquence de quoi les services ferroviaires de transport conteneurisé ont gagné en compétitivité dans l'arrière-pays des ports.

En complément des FFG, le gouvernement britannique a instauré en 2007 un régime de soutien aux services ferroviaires propices à l'environnement, baptisé Rail Environmental Benefit Procurement Scheme (REPS), qui visait les flux de conteneurs acheminés en train depuis et vers les ports sur plus de 400 km. Il apportait des revenus additionnels, tandis que le programme de FFG octroie uniquement des primes à l'investissement. Doté d'un peu moins de 2 millions GBP, le régime REPS a permis d'éviter quelque 120 000 trajets de poids lourds sur les routes britanniques entre 2008 et 2010. Il a été suspendu en 2010 pour être remplacé par un dispositif en faveur du transfert modal Mode Shift Revenue Support (MSRS). Ce nouveau système subventionne, lui aussi à des fins environnementales, la livraison de conteneurs entreposés dans des terminaux en eau profonde aux clients installés dans des villes de l'arrière-pays (Department for Transport 2009b). Comme dans le cas des FFG, « un flux de trafic est éligible si les avantages environnementaux le justifient et qu'une aide financière se révèle nécessaire en raison du coût plus élevé du rail par rapport à la route ». Les sociétés peuvent présenter une demande d'aide au titre des deux régimes, FFG et MSRS, mais les avantages environnementaux ne sont comptabilisés qu'une seule fois au cours de la procédure. Le barème des aides MSRS est établi en fonction de zones, qui sont au nombre de 18 pour l'ensemble du Royaume-Uni. En 2010, par exemple, un conteneur acheminé en train

entre Thamesport (zone 18) et Traffic Park, près de Manchester, pouvait donner lieu au versement de l'aide maximale, soit 21 GBP (Department for Transport 2009b).

Ports secs

Définition

La définition des ports secs est assez ambiguë et sert à désigner toutes sortes d'installations intermodales : simples dépôts intérieurs de conteneurs, parcs intermodaux de distribution, voire parcs logistiques avancés. Roso et al. définissent un port sec comme un terminal intermodal intérieur qui est directement relié au(x) port(s) maritime(s) par le rail et où les clients récupèrent ou livrent leurs marchandises tout comme ils le feraient dans un port maritime. Cette définition sous-entend et en ce sens elle est plus restrictive que celle du terminal intermodal de fret proposée par exemple par la CEE-ONU (1998) qu'un effort délibéré et coordonné est fait pour fournir des services analogues à ceux proposés dans un port maritime (Roso et Rosa 2012).

Les avantages des ports secs tiennent à leur capacité à reconfigurer les réseaux de transport intérieurs de manière à améliorer les performances de la chaîne d'approvisionnement, à favoriser la compétitivité locale et à réduire les externalités négatives (Bergqvist, Wilmsmeier et Cullinane 2013b). L'une des caractéristiques essentielles des ports secs est leur nature intermodale, car ils permettent de tirer parti des économies liées à la densité du trafic et d'utiliser le transport ferroviaire ou fluvial. Ils font également office de régulateurs logistiques, en particulier là où la présence de terminaux logistiques s'impose dans les ports afin de diminuer la durée de non-utilisation des conteneurs à des fins d'efficacité ou par manque de place, comme le long de la façade portuaire Le Havre-Hambourg (Veenstra, Zuidwijk et van Asperen 2012) ou dans les grands ports chinois (Beresford et al. 2012).

Cependant, l'aménagement de terminaux intermodaux intérieurs n'est pas une entreprise aisée, surtout lorsqu'il relève de la compétence des autorités locales. Dans la plupart des projets de ports secs, les pouvoirs publics interviennent, généralement en partenariat avec des exploitants privés (Bergqvist 2008). La synergie entre les acteurs publics et privés requiert souvent une tarification et des programmes de financement innovants (Monios et Lambert 2013) et peut compliquer davantage la coordination du transport intermodal.

Facteurs déterminants pour l'aménagement de ports secs

L'aménagement de ports secs a pris différentes formes à travers le monde, et malgré des caractéristiques communes, le contexte local joue un rôle déterminant dans la réussite d'un projet de ce type (voir Bergqvist, Wilmsmeier et Cullinane 2013a pour une synthèse des expériences dans le monde). Parmi les conditions essentielles de succès, Bergqvist (2013) retient les suivantes en s'appuyant sur une série de projets de recherche :

- a) L'installation intermodale doit être établie là où il existe un potentiel commercial. Les perspectives de rentabilité élevée accélèrent généralement les choses ; elles retiennent l'attention des autorités publiques et facilitent l'obtention des financements nécessaires.

- b) La création d'un port sec exige souvent le soutien des pouvoirs publics sous forme de subventions et de mesures d'atténuation des risques. La disparité des perspectives financières entre acteurs privés et publics devrait également être prise en considération, car les horizons de placement diffèrent généralement d'un financeur à l'autre.
- c) La réussite d'un port sec est souvent tributaire de l'adhésion des entrepreneurs locaux ou d'agents publics qui permettent que l'élaboration du concept logistique suive son cours. La collaboration entre les prestataires de services logistiques et de transport, les autorités locales et nationales, les installations de fabrication et de distribution est importante. Comme dans le cas de l'aménagement de nouveaux terminaux à conteneurs, la pression politique peut perturber le processus et retarder, voire entraver, la création d'un port sec. La pression politique résulte souvent du fait que la zone de chalandise qui profite d'un port sec s'étend au-delà des frontières municipales (et dans certains cas nationales), ce qui déclenche des différends liés à l'emplacement du port sec, en particulier en période d'instabilité politique, par exemple en période électorale. Cependant, comme le soulignent Benacchio et al. (2001) à propos des ports, la réaction opposée est également possible, puisqu'un projet de nouvelles infrastructures peut rencontrer une opposition fondée sur des arguments environnementaux ou sociaux.
- d) L'attitude et la stratégie globale de l'administration locale et nationale sont également déterminantes pour la réussite d'un projet de port sec.
- e) Comme souligné dans la section précédente, l'efficacité des services de transport ferroviaire (ou fluvial) joue un rôle primordial dans l'établissement et le maintien de la compétitivité du port sec et de toutes les installations de distribution associées.
- f) Un certain nombre de caractéristiques opérationnelles doivent être réunies pour assurer l'efficacité des opérations du terminal (port sec) : configuration du terminal, infrastructures connexes, configuration du réseau routier, infrastructures informatiques et de sécurité, et maintenance adéquate.
- g) D'un point de vue plus administratif et organisationnel, la structure du capital d'un nouveau port sec doit être claire et son organisation transparente, afin d'asseoir la réputation du port sec à long terme et de limiter l'exposition des utilisateurs aux risques. Ces conditions peuvent être stipulées dans les accords contractuels régissant le partenariat public-privé.
- h) La pratique des appels d'offres stimule et accélère l'innovation, mais exige également une définition plus claire des attentes des autorités locales, de la tarification et des politiques autorisées en matière de location, des caractéristiques des contrats et des accords de partage des risques.

Procédures douanières dans les ports secs

L'impact des procédures de dédouanement dans les ports et dans le transport est bien établi (Clark, Dollar et Micco 2004, Haralambides et Londoño-Kent 2004), et l'un des principaux avantages des ports secs est qu'ils concentrent les inspections douanières à l'extérieur des terminaux des ports maritimes (Roso 2008, Roso, Woxenius et Lumsden 2009b). La fourniture de services de dédouanement transparaisait expressément dans l'une des premières définitions d'un port sec, celle de dépôt intérieur de dédouanement (CEE-ONU 1998). Ces installations sont définies comme étant des terminaux intermodaux intérieurs dédiés à la manutention et au stockage de marchandises en transit douanier. La typologie des opérations réalisées dans les ports secs n'est pas partout la même dans le monde mais elle inclut généralement le dédouanement des marchandises en vue de leur stockage temporaire avant un transit ultérieur, l'exportation, l'entreposage ou l'importation (Roso et Lumsden 2010).

L'offre de services de dédouanement et de quarantaine impose des procédures de sécurité draconiennes pour accéder au port sec, semblables à celles qui s'appliquent aux ports maritimes qui, selon le pays, peuvent impliquer la présence de clôtures hautes, de caméras et de gardiens. Cependant, le recours aux services de dédouanement diffère grandement d'un pays à l'autre, car les polices d'assurance et les habitudes ou préférences des clients sont susceptibles d'influer sur l'utilisation du service. Des problèmes de sécurité peuvent également peser sur la demande de services de dédouanement ou sur l'utilisation du port sec lui-même.

Le lien entre sécurité portuaire et maritime, d'une part, et les réseaux de desserte de l'arrière-pays (Schilk et al. 2007), d'autre part, n'a guère retenu l'attention jusqu'à présent. Schilk et al. (2007) soulignent la nécessité d'améliorer davantage la sécurité dans la chaîne d'approvisionnement, même en Europe, et recommandent l'élaboration de stratégies et de concepts innovants en matière de sécurité associant le transport maritime et intérieur à des processus de sécurité intégrés.

Étude de cas : la Betuweroute et le port sec de Venlo au Pays-Bas

Dans l'Europe continentale, la majorité du trafic conteneurisé passe par les terminaux de la façade portuaire Le Havre-Hambourg. Cette zone englobe une partie des régions les plus densément peuplées d'Europe et elle bénéficie d'un réseau d'infrastructure logistique de pointe qui la relie à certains des marchés les plus prospères au monde. En raison de la forte concentration de population, d'activité économique et de trafic, il s'y exerce une pression constante pour réduire la congestion et améliorer l'impact environnemental de l'infrastructure de l'arrière-pays. Dans le même temps, ces ports formant la clé de voûte des chaînes d'approvisionnement européennes, les exigences d'efficacité économique et de qualité de service sont particulièrement élevées.

Grande plaque-tournante des chaînes logistiques européennes depuis plusieurs dizaines d'années, les Pays-Bas se caractérisent par un réseau de transport qui dessert très bien le pays, ainsi que la Belgique et l'Allemagne. Si le port de Rotterdam, qui reste le premier d'Europe en volume d'activité, a pu développer son trafic conteneurisé, c'est parce qu'il se trouve à proximité d'un grand nombre de centres de production et de distribution européens et qu'il est relié au réseau de voies navigables intérieures. La stratégie de transport pour l'arrière-pays est tributaire des réseaux intérieurs fluvial et routier et, dans une moindre mesure, des chemins de fer. Soucieux d'encourager le transfert modal en faveur du rail, le gouvernement néerlandais avait, dès 1985, proposé l'aménagement d'un nouveau corridor ferroviaire jusqu'à la frontière allemande, mais ce n'est qu'en 1990 que le projet de ligne de la Betuwe (Betuweroute) a été véritablement planifié. Ce projet a été la source de vives controverses environnementales ; ses coûts, déjà élevés, ont finalement doublé pour atteindre 4.3 milliards EUR (soit près de quatre fois plus que le montant estimé au début des années 90), en conséquence de quoi deux tronçons ont été abandonnés ; le projet prévoyait à l'origine trois grandes lignes ferroviaires (Ham et Koppenjan 2002). Les efforts déployés pour associer le secteur privé à la construction d'une ligne permettant le passage de trains à double hauteur de gerbage sur 160 km de voies se sont soldés par un échec (Koppenjan et Leijten 2007) et les travaux de raccordement n'ont guère progressé du côté de l'Allemagne (leur achèvement est désormais programmé pour 2015). La ligne de la Betuwe illustre la complexité que représente la mise en place d'une bonne interconnexion ferroviaire, même le long d'itinéraires à fort trafic et dans des pays dotés d'un grand savoir-faire logistique et d'une infrastructure de pointe.

Les Pays-Bas se sont également attaqués au problème de la congestion portuaire en appliquant le concept de « port sec » à Venlo, non loin de la frontière allemande. L'objectif est de tirer profit du réseau ferroviaire pour déplacer dans l'arrière-pays une partie des opérations de manutention auparavant effectuées dans les zones portuaires (Rodrigue et al. 2010). L'aménagement du site de Venlo est un exemple classique de coopération réussie entre prestataires de services de transport de différents pays, exploitants de terminaux et autorités portuaires, propriétaires des marchandises et pouvoirs publics.

Maîtriser les émissions atmosphériques

Émissions provenant des chaînes de transport conteneurisé de haute mer

On estime que le transport maritime représente environ 3 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (OMI 2009), les navires porte-conteneurs étant responsables d'un tiers environ (Buhaug et al. 2009). Ces chiffres se rapportent uniquement aux émissions des navires et excluent l'impact environnemental des ports et de la desserte de l'arrière-pays. Dans le transport intercontinental de porte à porte d'un conteneur, le segment maritime est généralement celui qui contribue le plus aux émissions totales de CO₂, mais, selon le mode de transport dominant, la desserte de l'arrière-pays peut représenter 20 % à 30 % du total (Woolford et McKinnon 2011a). Les émissions directement produites par le port sont relativement insignifiantes, généralement 1 % à 2 % du total. Cette estimation ne doit pas pour autant faire oublier les améliorations que les ports peuvent apporter dans la chaîne de transport conteneurisé sur le plan environnemental.

Évaluation de l'impact environnemental des ports

Dans les ports, ce sont moins les activités qui y sont menées que les navires qui polluent ; et moins les émissions de CO₂ que celles des gaz nocifs qui inquiètent. Les polluants combustibles de soute généralement consommés libèrent de grandes quantités de dioxyde de soufre, d'oxyde d'azote et de particules fines aux abords du port, exposant la population environnante à des concentrations élevées et nuisibles à la santé (California Air Resources Board 2006 ; Berechman et Tseng 2012). Étant donné que le transport routier utilise depuis toujours des carburants plus légers et moins polluants et qu'il fait l'objet de contrôles des émissions beaucoup plus stricts que le transport maritime, les niveaux de pollution tolérés pour ces deux modes présentent de gros écarts. Par exemple, du combustible de soute standard contient en moyenne quelque 27 000 parties par million (ppm) de soufre, contre 10 à 15 ppm pour les carburants routiers utilisés en Europe et aux États-Unis (International Council for Clean Transportation, 2007). Les efforts déployés au niveau mondial pour abaisser les niveaux de pollution maritime, pilotés pour l'essentiel par l'OMI en vertu de MARPOL, ont peu progressé ces dernières décennies, de sorte que ce sont les ports qui prennent en charge les questions environnementales et s'efforcent d'améliorer la qualité de l'air pour la population locale. Pour ce faire, par exemple, ils peuvent obliger les navires à adopter des carburants diesel plus propres et moins chargés en soufre à l'approche du port et leur permettre de se raccorder au réseau électrique terrestre lorsqu'ils sont à quai. En s'équipant d'« épurateurs-laveurs » de soufre, certains navires se mettent en conformité avec la réglementation applicable à la qualité de l'air tout en continuant à consommer du combustible de soute. Par ailleurs, des zones de contrôle des émissions de SO_x (SECA) ont été instaurées un peu partout dans le monde (par exemple, le long de la côte californienne, en mer Baltique et en mer du Nord) pour abaisser le niveau autorisé du soufre contenu dans les gaz d'échappement des navires. La modernisation de la flotte navires plus grands, moins polluants, plus économes en carburant contribue également à abaisser les niveaux d'émissions par EVP ou tonne transportés, mais ce processus est plutôt lent compte tenu de la longévité et du rythme ralenti de remplacement des navires.

Côté terre, certains ports ont mis en place des programmes de camionnage propre. Le port de Vancouver, par exemple, est doté d'un système d'autorisation pour les camions qui limite l'accès au port aux véhicules les moins polluants (Braathens 2011). De même, des mesures ont été prises pour réduire les files d'attente de camions venus récupérer des conteneurs, mais elles n'ont pas toujours fait baisser les émissions (Giuliano et O'Brien 2007). Certains ports bien équipés encouragent le transfert modal au profit du rail et du fluvial. Le port de Rotterdam, par exemple, prévoit d'avoir reporté l'essentiel du trafic conteneurisé destiné à l'arrière-pays de la route au rail et aux voies navigables à l'horizon 2030, en faisant passer la distribution modale de 49 %, 37 % et 14 % en 2007 à 35 %, 45 % et 20 % en 2030 (Braathens

2011). Ainsi, l'effet vertueux d'un port sur l'environnement peut largement dépasser le cadre des émissions directes imputables à ses activités de manutention. En offrant une gamme compétitive de services ferroviaires et fluviaux, qui émettent beaucoup moins de polluants nocifs et de CO₂ par EVP ou par tonne/km que la route, un port peut considérablement atténuer l'impact environnemental de l'ensemble de la chaîne de transport conteneurisé.

Néanmoins, les ports n'ont pour l'heure guère intérêt à procéder à ce report, car le périmètre à l'intérieur duquel les relevés environnementaux sont effectués est généralement très proche des activités portuaires. Le port de Long Beach est l'un des rares à calculer son empreinte carbone sur des étendues différentes. Le premier périmètre considéré est celui du port, qui regroupe les activités menées directement sur le site. Le deuxième s'étend à 24 milles marins sur la mer pour inclure les émissions produites par les navires à l'arrivée ou au départ des eaux territoriales. Le troisième va plus loin à l'intérieur des terres, jusqu'à la frontière de l'État (Port of Long Beach 2009). Le tableau 4.1 montre comment le volume des émissions de CO₂ par EVP augmente avec l'élargissement du périmètre.

Tableau 4.1. **Effet de l'élargissement du périmètre des relevés du port de Long Beach sur le calcul de ses émissions de CO₂**

Périmètre des relevés de CO ₂	CO ₂ en kg par EVP
Manutention de conteneurs uniquement	16
Navires hauturiers inclus dans un périmètre de 24 milles marins des côtes	36
Toutes activités portuaires, navigation au large des côtes et transport à la frontière de l'État	119

Source : Port de Long Beach.

Pour qu'il ne s'agisse pas seulement d'un exercice d'analyse, le périmètre devrait tenir compte de l'influence que les autorités portuaires peuvent exercer sur le niveau des émissions au-delà de leur territoire immédiat. Le plus souvent, cette influence est très limitée, mais dans le cadre d'une initiative multipartite, les autorités portuaires ou l'exploitant d'un terminal peuvent grandement contribuer à rendre la chaîne de transport maritime plus respectueuse de l'environnement. Faute de vision générale, les acteurs peuvent avoir des intérêts divergents dans le domaine de l'environnement. Ainsi, en fonction de l'agencement du terminal et de l'équipement de manutention, les émissions de CO₂ par EVP associées au transbordement de conteneurs peuvent être beaucoup plus élevées lorsque l'opération est effectuée sur un train plutôt que sur un camion. Dans ces conditions, un exploitant de terminal désireux de diminuer son empreinte carbone privilégiera probablement l'acheminement par la route, même si, porte à porte, le recours au rail se traduirait par un niveau des émissions nettement moindre (Woolford et McKinnon 2011b).

Bien qu'ils ne soient directement responsables que d'un très faible pourcentage du CO₂ émis par la chaîne de transport conteneurisée de haute mer classique, nombre de ports ont entrepris d'affiner la mesure de leurs émissions, de se fixer des objectifs de réduction ambitieux et de mettre en œuvre tout un éventail de mesures de dé-carbonisation (European Sea Ports Organisation 2012). Le port de Hong Kong (2012), par exemple, a réduit d'environ 60 % les émissions moyennes de CO₂ par conteneur transporté en électrifiant ses grues à portique sur pneus. Si de telles économies d'émissions de CO₂ sont naturellement les bienvenues, il est possible d'obtenir des résultats bien plus importants en améliorant les performances environnementales de la desserte de l'arrière-pays.

Réduire les émissions de la desserte de l'arrière-pays

On recense pour l'essentiel cinq moyens de réduire ces émissions :

- Rationaliser le trajet des conteneurs.
- Transférer le trafic de conteneurs vers des modes de transport à faibles émissions de CO₂.
- Améliorer le chargement des conteneurs sur les véhicules, wagons et barges.
- Accroître l'efficacité énergétique des opérations de desserte de l'arrière-pays.
- Mener à bien ces opérations avec des carburants plus propres et plus sobres en carbone.

1. *Rationaliser le trajet des conteneurs* : comme examiné dans la section 2, le nombre de déplacements de véhicules requis pour acheminer un chargement de conteneurs dans l'arrière-pays peut être diminué de différentes manières. Par exemple, on peut restreindre le nombre de maillons de la chaîne de transport, notamment en adoptant une stratégie de logistique centrée sur les ports (McKinnon 2013) et en repositionnant directement les conteneurs vides sur les lieux d'exportation, sans passer par le port (Ng 2012). Même lorsque le nombre des étapes reste inchangé, il est possible d'acheminer plus efficacement les conteneurs entre les différents nœuds de manutention et de stockage de la chaîne. La part du transport dans la distribution des conteneurs s'en trouve amoindrie, ce qui se traduit directement par des niveaux d'émission plus faibles.

2. *Transférer le trafic de conteneurs vers des modes de transport à faibles émissions de CO₂*. Dans la plupart des cas, cela passe par un transfert de la route au rail, mais dans certains pays, comme la Belgique et les Pays-Bas, le transport fluvial et le cabotage offrent un important service de desserte de l'arrière-pays. Généralement, les émissions de CO₂ par EVP imputables au transport ferroviaire et au transport fluvial représentent entre 25 % et 50 % de celles du transport routier. L'avantage de ces modes de transport sur le plan environnemental sera plus ou moins grand en fonction de différents facteurs, qui varient selon les pays :

- Le degré d'électrification du fret ferroviaire et l'intensité en carbone de l'électricité utilisée.
- Les restrictions en termes de poids et de dimensions imposées aux camions, trains et barges concernés.
- L'âge relatif du véhicule et les profils d'émission des différents modes.
- La densité relative des différents réseaux modaux.
- Le nombre de terminaux intermodaux ainsi que leur emplacement, y compris les ports secs.

Le dernier de ces facteurs est particulièrement important car les services de transport ferroviaire et fluvial n'assurent que très rarement un service de porte à porte et doivent s'appuyer sur la desserte routière, ce qui rend généralement l'itinéraire d'acheminement du fret plus sinueux et atténue une partie des avantages environnementaux associés à ces modes (McKinnon 2011). Néanmoins, le recours à des services intermodaux peut tout de même sensiblement écourter la distance parcourue par les camions, la consommation de carburant et le niveau des émissions (Department for Transport 2011). Il a également été démontré qu'en orientant les flux de conteneurs vers un port sec par le rail, plutôt que par la route, on réalisait des économies d'émissions de CO₂ non négligeables (Rosa 2007).

3. *Améliorer le chargement des conteneurs sur les véhicules, wagons et barges*. Si l'on mesure l'utilisation de la capacité en EVP pour un empotage de conteneur donné, on constate qu'il est très possible d'accroître le coefficient de chargement. Une enquête sur les trains porte-conteneurs au départ des ports en eau profonde britanniques a révélé qu'en moyenne, seulement 62 % environ des emplacements disponibles sur les services existants étaient occupés (Woodburn 2011). Dans certains pays européens, il n'est pas rare de voir des conteneurs de 6 m sur des remorques de 13.6 m. L'assouplissement des restrictions relatives à la longueur des camions, par exemple, l'autorisation de la faire passer de 16.5 m à 25 m, permet aux transporteurs de charger un conteneur de 12 m et un autre de 6 m sur le même véhicule : les émissions liées

à leur transport sont dès lors bien plus faible que s'ils avaient été chargés sur deux véhicules distincts. En revanche, cette approche va à l'encontre de l'objectif du transfert modal car, le transport routier devenant beaucoup plus compétitifs du point de vue des prix, il risque d'enlever une grande partie du trafic conteneurisé au ferroviaire et, partant, d'entraîner une augmentation nette des émissions (Knight et al. 2008). Lorsque les infrastructures ferroviaires le permettent, comme aux États-Unis et au Canada, le gerbage des conteneurs sur deux niveaux fait baisser le volume des émissions par tonne-kilomètre imputable au trafic ferroviaire existant, tel que mesuré par Forkenbrock (2001), tout en permettant au rail de renforcer sa présence sur le marché de la desserte de l'arrière-pays.

4. Accroître l'efficacité énergétique des opérations de desserte de l'arrière-pays. Des travaux de recherche approfondis ont été menés sur les moyens de renforcer l'efficacité énergétique du transport de fret, qui, pour la plupart, s'appliqueraient autant au trafic conteneurisé qu'à d'autres formes de transport de marchandises (Vyas et al. 2013, par exemple). Une grande partie de ces travaux concerne le secteur du camionnage, ce qui n'a rien d'étonnant puisque c'est de loin le mode de transport dominant et qu'il est plus énergivore que le ferroviaire et le fluvial. L'une des conclusions communes à ces différents travaux de recherche, en particulier ceux consacrés au fret routier, est qu'il existe un large éventail de mesures à appliquer au niveau des technologies, de l'exploitation et des comportements pour faire baisser la consommation d'énergie : formation des chauffeurs, mise au point de nouveaux concepts de moteurs et de systèmes de transmission pour véhicules, profilage aérodynamique, etc. (Aecom 2008, par exemple).

5. Mener à bien ces opérations avec des carburants plus propres et plus sobres en carbone. Comme dans le cas précédent, l'adoption de carburants de substitution permet de « décarboniser » toutes les formes de transport de fret et n'a pas de conséquence spéciale sur le transport de conteneurs dans l'arrière-pays. Les réductions des émissions de gaz à effet de serre et d'autres gaz nocifs susceptibles d'être obtenues moyennant le recours aux carburants de substitution ont été examinées par Leonardi et al. (2013).

Étude de cas : réduction des émissions dans les ports de Los Angeles et de Long Beach

Depuis plus de dix ans, la question des émissions fait débat en Californie, où les effets des rejets de diesel sur la santé ont déjà fait l'objet de plusieurs analyses. Face à la hausse du trafic de fret dans les ports de Los Angeles et de Long Beach, une attention particulière est accordée aux mesures visant à réduire les émissions imputables aux navires, mais aussi au trafic de desserte dans l'arrière-pays. Le California Air Resources Board dirige l'action engagée pour maîtriser les émissions. Outre les plans destinés à réduire les émissions de NO_x, de SO_x et de CO₂ dans les ports (sur la base de l'indice environnemental des navires, Environmental Ship Index), l'une des mesures les plus controversées est l'application de sanctions pécuniaires aux camions immobilisés à proximité des ports.

La réglementation AB 2650, adoptée en 2003, a rendu l'exploitant d'un terminal passible d'une amende de 250 USD pour tout camion immobilisé pendant plus de 30 minutes. Le but était d'inciter les ports à étendre les heures d'ouverture à 70 heures par semaine, à allonger les horaires du soir ou du week-end et à instaurer un système de prise de rendez-vous pour la livraison et la réception des conteneurs. Les exploitants de terminaux bénéficiaient d'une souplesse suffisante pour se doter d'un tel système et, ainsi, se conformer à la réglementation. Or, aucun terminal n'a allongé ses horaires d'ouverture ; tous ont opté pour un système de prise de rendez-vous (Giuliano et O'Brien 2007), en conséquence de quoi les entreprises de camionnage ont dû prendre des dispositions pour être reliées aux différents systèmes des terminaux fréquentés.

La réglementation n'a été appliquée que de façon limitée et l'adhésion aux systèmes de prise de rendez-vous s'est avérée plutôt faible. Les sociétés de camionnage n'étant pas tenues de prendre rendez-vous, le taux d'utilisation de ces systèmes se situe entre 0 % et un peu plus de 30 % (selon le terminal) (Giuliano et O'Brien 2007). Ils n'ont donc eu aucune incidence sur les temps d'attente et, partant, qu'un

effet limité, voire nul sur les émissions (Giuliano et O'Brien 2007). La raison principale de cette situation est à rechercher dans le fait que les parties prenantes, en premier lieu les transporteurs et les terminaux, n'y ont pas été associées. Les autorités n'avaient pas imaginé que les terminaux opteraient pour le moyen le plus économique d'être en règle, à savoir le système de prise de rendez-vous. Elles n'ont pas vu que les terminaux n'étaient guère, voire pas incités à limiter les retards côté terre dans la mesure où leur préoccupation principale est de servir les compagnies maritimes. Enfin, l'administration n'a pas su prendre les dispositions voulues pour veiller à la bonne application de la réglementation (Giuliano et O'Brien 2007, 2008).

Conclusions

Il faut que le développement de la capacité des terminaux à conteneurs aille de pair avec l'expansion de la desserte de l'arrière-pays pour accroître la création de valeur sur la chaîne d'approvisionnement et abaisser les coûts externes associés à l'intensification des flux de conteneurs. On ne saurait trop souligner à quel point il est important de disposer d'infrastructures adaptées dans l'arrière-pays et de services de transport efficaces au départ et à destination des installations de terminaux à conteneurs, compte tenu en particulier de la mise en service d'un nombre croissant de porte-conteneurs géants, de l'intensification de la concurrence entre terminaux et des impératifs d'efficacité toujours plus grands pour la chaîne d'approvisionnement.

Le présent document s'est principalement intéressé à la situation des transports et services dans l'arrière-pays, en analysant les différentes composantes du transport terrestre de conteneurs dans lesquelles l'expansion des ports à conteneurs pourrait s'accompagner d'améliorations. Puisqu'au bout du compte, le succès d'un port à conteneurs dépend de l'efficacité de toute la chaîne de transport, qui s'étend de l'expéditeur aux destinataires, l'absence d'infrastructures et de services adéquats dans l'arrière-pays peut constituer un obstacle majeur. La thèse défendue ici est qu'il est possible de fortement améliorer les relations entre le terminal à conteneurs et les modes de transport intérieurs en faisant un usage plus judicieux des solutions de transport routier et ferroviaire et en s'appuyant par exemple sur les ports secs et la gestion des conteneurs vides.

La place grandissante des considérations de durabilité dans les chaînes de transport de conteneurs exige également que les autorités portuaires et les responsables du développement des infrastructures tiennent davantage compte des émissions et autres répercussions externes, afin que ces externalités puissent être gérées de manière active et que les avantages économiques d'une connectivité accrue soient mis en regard des coûts sociétaux et environnementaux.

Le présent document a mis en évidence trois grands segments des chaînes d'approvisionnement de l'arrière-pays et des infrastructures correspondantes qui influent sur la capacité des terminaux à conteneurs à créer de la valeur sur la chaîne d'approvisionnement : les systèmes d'entrée des conteneurs, les liaisons routières et ferroviaires, et les ports secs. Si chacune de ces composantes soulève des difficultés particulières pour les pouvoirs publics, du point de vue de la gestion et dans le domaine de l'environnement, la tendance générale est qu'une coordination apparaît de plus en plus indispensable pour limiter au minimum le risque de goulets d'étranglement. Seul un effort concerté des responsables des terminaux à conteneurs, des autorités locales et nationales, des transporteurs routiers privés et des sociétés de chemins de fer, ainsi que des responsables de ports secs et des transitaires permettra d'optimiser les effets bénéfiques des nouvelles infrastructures, aussi bien dans le port qu'à l'intérieur des terres.

Références

- Acciaro, M. et Serra, P. (2013), « Maritime Supply Chain Security: A Critical Review », IFSPA (2013), Trade Supply Chain Activities and Transport: Contemporary Logistics and Maritime Issues, pp. 636.
- Aecom (2008), Reducing Greenhouse Gas Emissions from Heavy-Duty Vehicles, Report for the European Commission, Bruxelles.
- Almotairi, B. et Lumsden, K. (2009), « Port logistics platform integration in supply chain management », International Journal of Shipping and Transport Logistics, vol. 1, n° 2, pp. 194-210.
- Bagchi, P.K. et Paik, S. (2001), « The role of public-private partnership in port information systems development », International Journal of Public Sector Management, vol. 14, n° 6, pp. 482-499.
- Bakshi, N., Flynn, S.E. et Gans, N. (2011), « Estimating the operational impact of container inspections at international ports », Management Science, vol. 57, n° 1, pp. 1-20.
- Benacchio, M., Ferrari, C., Haralambides, H.E. et Musso, E. (2001), « On the economic impact of ports: local vs. national costs and benefits », Forum of Shipping and Logistics, Special Interest Group on Maritime Transport and Ports International Workshop, p. 8.
- Berechman, J. et Tseng, P-H. (2012), « Estimating the environmental costs of port related emissions: The case of Kaohsiung », Transportation Research, Part D, 17, 35-38.
- Beresford, A., Pettit, S., Xu, Q. et Williams, S. (2012), « A study of dry port development in China », Maritime Economics and Logistics, vol. 14, n° 1, pp. 73-98.
- Bergqvist, R. (2008), « Realizing logistics opportunities in a public-private collaborative setting: The story of Skaraborg », Transport Reviews, vol. 28, n° 2, pp. 219-237.
- Bergqvist, R. (2012), « Hinterland logistics and global supply chains », Song D. et P. Panayides (dir. pub.), Maritime Logistics: A Complete Guide to Effective Shipping and Port Management, Kogan Page Publishers, pp. 211-232.
- Bergqvist, R. (2013), « Hinterland Transport in Sweden: The Context of Intermodal Terminals and Dry Ports », Bergqvist, R., G. Wilmsmeier et K. Cullinane (dir. pub.), Dry Ports - A Global Perspective, Challenges and Developments in Serving Hinterlands, Ashgate Publishing Ltd., Farnham, pp. 13-28.
- Bergqvist, R., Wilmsmeier, G. et Cullinane, K. (dir. pub.) (2013a), Dry Ports - A Global Perspective, Challenges and Developments in Serving Hinterlands, Ashgate Publishing Ltd., Farnham.
- Bergqvist, R., Wilmsmeier, G. et Cullinane, K. (2013b), « Introduction—A Global Perspective on Dryports », Bergqvist, R., G. Wilmsmeier et K. Cullinane (dir. pub.), Dry Ports - A Global Perspective, Challenges and Developments in Serving Hinterlands., Ashgate Publishing Ltd., Farnham, pp. 1-10.

- Bichou, K. (2011), « Assessing the impact of procedural security on container port efficiency », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 13, n° 1, pp. 1-28.
- Braathens, N.A. (2011), « Impacts environnementaux de la navigation : le rôle des ports », OCDE, Paris.
- Brooks, M.R. et Schellinck, T. (2013), « Measuring port effectiveness in user service delivery: What really determines users' evaluations of port service delivery? », *Research in Transportation Business and Management*.
- Buhaug, Ø. et al. (2009), « Prévention de la pollution de l'atmosphère par les navires, Deuxième étude de l'OMI sur les gaz à effet de serre (2009) », Organisation maritime internationale, Londres.
- California Air Resources Board (2006), « Quantification of the Health Impacts and Economic Valuation of Air Pollution from Ports and Goods Movement in California », California Air Resources Board, Emission Reduction Plan Ports and Goods Movement in California, appendice A.
- Carbone, V. et de Martino, M. (2003), « The changing role of ports in supply-chain management: an empirical analysis », *Maritime Policy and Management*, vol. 30, n° 4, pp. 305-320.
- CE Delft (2012), « Potential of Modal Shift to Rail Transport: Study on the projected effects on GHG emissions and transport volumes », Delft.
- CEE-ONU (1998), *LOCODE/ONU - Code des ports et autres lieux*, Recommandation 16, ONU, Genève.
- Chen, G. et Yang, Z. (2010), « Optimizing time windows for managing export container arrivals at Chinese container terminals », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 12, n° 1, pp. 111-126.
- Chen, G., Govindan, K. et Yang, Z. (2013), « Managing truck arrivals with time windows to alleviate gate congestion at container terminals », *International Journal of Production Economics*, vol. 141, n° 1, pp. 179-188.
- Clark, X., Dollar, D. et Micco, A. (2004), « Port Efficiency, Maritime Transport Costs, and Bilateral Trade », *Journal of Development Economics*, vol. 75 2, pp. 417-450.
- Cullinane, K. et Khanna, M. (1999), « Economies of Scale in Large Container Ships », *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 33 2, pp. 185-207.
- Davies, P. (2013), « Container terminal Reservation Systems Design and Performance », document présenté lors de la Conférence internationale sur le fret urbain METRANS, Long Beach, 8 octobre 2013.
- Department for Transport (2009a), *Mode Shift Benefit Values: Technical report*, Londres
- Department for Transport (2009b), *Guide to the Mode Shift Revenue Support (MSRS) Scheme*, Londres.
- Department for Transport (2011), « Choosing and Developing a Multi-modal Transport Solution », *Freight Best Practice Programme*, Londres.
- Estache, A., Goldstein, A. et Pittman, R. (2001), « Privatization and Regulatory Reform in Brazil: the case of freight railways », *Journal of Industry, Competition and Trade*, vol. 1, n° 2, pp. 203-235.
- European Sea Ports Organisation (2012), *Green Guide*, Bruxelles.

- Forkenbrock, D.J. (2001), « Comparison of external costs of rail and truck freight transportation », *Transportation Research, Part A*, vol. 35, n° 4, pp. 321–337.
- Frankel, E.G. (1999), « The Economics of Total Trans-ocean Supply Chain Management », *International Journal of Maritime Economics*, vol. 1, n° 2, pp. 61-69.
- Fransoo, J.C. et Lee, C. (2012), « The Critical Role of Ocean Container Transport in Global Supply Chain Performance », *Production and Operations Management*, vol. 22, n° 2, pp. 253-368.
- Free and Hanseatic City of Hamburg et Hamburg Port Authority (2012), « Hamburg is Staying on Course », *Port Development Plan to 2025, Ville libre et hanséatique de Hambourg - Ministère des affaires économiques, des transports et de l'innovation du Land de Hambourg, Autorité portuaire de Hambourg, Hambourg.*
- Freightliner (2013), « Written Evidence to Parliamentary Inquiry »
<http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201314/cmselect/cmtran/writev/ports/ports.pdf>.
- Gilman, S. (1999), « The size economies and network efficiency of large containerships », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 1, n° 1, pp. 39-59.
- Giuliano, G. et O'Brien, T. (2007), « Reducing port-related truck emissions: The terminal gate appointment system at the Ports of Los Angeles and Long Beach », *Transportation Research, Part D: Transport and Environment*, vol. 12, n° 7, pp. 460-473.
- Giuliano, G. et O'Brien, T. (2008), « Extended gate operations at the ports of Los Angeles and Long Beach: a preliminary assessment », *Maritime Policy and Management*, vol. 35, n° 2, pp. 215-235.
- Goel, A. et Kok, L. (2012a), « Efficient scheduling of team truck drivers in the European Union », *Flexible services and manufacturing journal*, vol. 24, n° 1, pp. 81-96.
- Goel, A. et Kok, L. (2012b), « Truck driver scheduling in the United States », *Transportation Science*, vol. 46, n° 3, pp. 317-326.
- Guan, C. et Liu, R.R. (2009), « Container terminal gate appointment system optimization », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 11, n° 4, pp. 378-398.
- Hall, P.V. et Jacobs, W. (2010), « Shifting Proximities: The Maritime Ports Sector in an Era of Global Supply Chains », *Regional Studies*, vol. 44, n° 9, pp. 1103-1115.
- Van Ham, H., et Koppenjan, J. (2001), « Building Public-Private Partnerships: Assessing and managing risks in port development », *Public Management Review*, vol. 3 n° 4, pp. 593-616.
- Haralambides, H. et Gujar, G. (2011), « The Indian dry ports sector, pricing policies and opportunities for public-private partnerships », *Research in Transportation Economics*, vol. 33, n° 1, pp. 51-58.
- Haralambides, H.E. et Londoño-Kent, M.P. (2004), « Supply Chain Bottlenecks: Border Crossing Inefficiencies between Mexico and the United States », *International Journal of Transport Economics*, vol. 31 2, pp. 183-195.
- Haralambides, H.E. (2002), « Competition, Excess Capacity, and the Pricing of Port Infrastructure », *International Journal of Maritime Economics*, vol. 4 4, pp. 323-347.

- Heaver, T., Meersman, H. et van de Voorde, E. (2001), « Co-operation and competition in international container transport: strategies for ports », *Maritime Policy and Management*, vol. 28, n° 3, pp. 293-305.
- Heaver, T.D. (2002), « The Evolving Roles of Shipping Lines in International Logistics », *International Journal of Maritime Economics*, vol. 4, n° 3, pp. 210-230.
- Helling, A. et Poister, T.H. 2000, « US maritime ports: trends, policy implications, and research needs », *Economic Development Quarterly*, vol. 14, n° 3, pp. 300-317.
- Hu, L., Shi, X., Voß, S. et Zhang, W. (2011), « Application of RFID technology at the entrance gate of container terminals », *Computational Logistics*, Springer, vol. 6971, pp. 209-220.
- Huynh, N. (2009), « Reducing truck turn times at marine terminals with appointment scheduling », *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2100, n° 1, pp. 47-57.
- International Council on Clean Transportation (2007), « Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions from Ocean-going Ships », ICCT, Washington DC.
- FIT (Forum international des transports) (2008), « Port Competition and Hinterland Connections: Summary and Conclusions », Document de référence n° 2008-19, Centre conjoint de recherche sur les transports, OCDE/FIT, Paris.
- Kia, M., Shayan, E. et Ghotb, F. (2000), « The importance of information technology in port terminal operations », *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 30, n° 3/4, pp. 331-344.
- Knight, I., Newton, W., McKinnon, A.C., Palmer, A. et al. (2008), « Longer and/or Longer and Heavier Goods Vehicles (LHVs): A study of the likely effects if permitted in the UK: Final Report », TRL, Crowthorne.
- Konings, R. (2007), « Opportunities to improve container barge handling in the port of Rotterdam from a transport network perspective », *Journal of Transport Geography*, vol. 15, n° 6, pp. 443-454.
- Koppenjan, J. F. M., et Leijten, M. (2007), « How to sell a Railway: Lessons on the privatization of Three Dutch Railway Projects », *European Journal of Transport and Infrastructure Research* (en ligne), vol. 7 n° 3, pp. 201-222.
- Korovyakovsky, E. et Panova, Y. (2011), « Dynamics of Russian dry ports », *Research in Transportation Economics*, vol. 33, n° 1, pp. 25-34.
- Lee, E., Nam, H. et Song, D. (2012), « Defining Maritime Logistics and its Value », Song D. et P.M. Panayides (dir. pub.), *Maritime Logistics : a Complete Guide to effective Shipping and Port Management*, Kogan Page Publishers, pp. 9-22.
- Leonardi, J., Cullinane, S. et Edwards, J.B. (2013), « The Benefits and Costs of Switching to Alternative Fuels », McKinnon, A.C., Browne, M. et Whiteing, A., *Green Logistics*, Kogan Page Publishers, Londres.

- Lewis, B.M., Erera, A.L. et White, C.C. (2003), « Optimization approaches for efficient container security operations at transshipment seaports », *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1822, n° 1, pp. 1-8.
- Lirn, T.C. et Wang, J.H. (2010), « The study of threat factors on port risk management: an empirical research in the Kaohsiung Port », *Proceedings for International Forum on Maritime Security*, p. 93.
- Maloni, M., Paul, J.A. et Gligor, D.M. (2013), « Slow steaming impacts on ocean carriers and shippers », *Maritime Economics and Logistics*, n° 15, pp. 151-171.
- Mangan, J., Lalwani, C. et Fynes, B. (2008), « Port-centric logistics », *International Journal of Logistics Management*, vol. 19, n° 1, pp. 29-41.
- Marchet, G., Perotti, S. et Mangiaracina, R. (2012), « Modelling the impacts of ICT adoption for inter-modal transportation », *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 42, n° 2, pp. 110-127.
- McKinnon, A. C. (2006), « A Review of Truck Tolling Schemes and Assessment of their Possible Impact on Logistics Systems », *International Journal of Logistics: Research and Applications*, vol. 9, n° 3, pp. 191-205.
- McKinnon, A.C. (2009), « The Present and Future Land Requirements of Logistical Activities », *Land Use Policy*, vol. 26S, pp. s293-s301.
- McKinnon, A.C. (2010), « European Freight Transport Statistics: Limitations, Misinterpretations and Aspirations », ACEA, Bruxelles.
- McKinnon, A.C. (2013), « Decarbonising the deep-sea container supply chain: the possible contribution of port-centric logistics », *Proceedings of the 13th Annual Conference on Transportation Research Society*, Rio de Janeiro.
- Meersman, H., Pauwels, T., van de Voorde, E. et Vanelslender, T. (2008), « The relation between port competition and hinterland connections: the case of the Iron Rhine and the Betuweroute », *International Forum on Shipping, Ports and Airports (IFSPA 2008)-Trade-Based Global Supply Chain and Transport Logistics Hubs: Trends and Future Development*.
- Monios, J. et Lambert, B. (2013), « Intermodal Freight Corridor Development in the United States », R. Bergqvist, G. Wilmsmeier et K. Cullinane, *Dry Ports - A Global Perspective, Challenges and Developments in Serving Hinterlands.*, Ashgate Publishing Ltd., Farnham, pp. 197-218.
- Monios, J. et Wilmsmeier, G. (2012), « Port-centric logistics, dry ports and offshore logistics hubs: strategies to overcome double peripherality? », *Maritime Policy and Management*, vol. 39, n° 2, pp. 207-226.
- Morais, P. et Lord, E. (2006), *Terminal appointment system study*.
- Ng, A.S.F. (2012), « Container flows and empty container repositioning », Song, D.W. et Panagotis, P. (dir. pub.), *Maritime Transport: Contemporary Issues*, Edward Elgar Publishing Group Ltd, Londres.
- Ng, A.Y. et Gujar, G.C. (2009), « Government policies, efficiency and competitiveness: The case of dry ports in India », *Transport Policy*, vol. 16, n° 5, pp. 232-239.

- Notteboom, T. (2008), « The Relationship between Seaports and the Inter-modal Hinterland in light of Global Supply Chain: European Challenges », Document de référence n° 2008-10, Centre conjoint de recherche sur les transports, OCDE/FIT, Paris.
- Notteboom, T. (2007), « Container river services and gateway ports: Similarities between the Yangtze River and the Rhine River », *Asia Pacific Viewpoint*, vol. 48, n° 3, pp. 330-343.
- Notteboom, T. et Rodrigue, J-P. (2008), « Containerisation, Box Logistics and Global Supply Chains: The Integration of Ports and Liner Shipping Networks », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 10, n° 12, pp. 152-174.
- Notteboom, T. et Rodrigue, J-P., (2007), « Re-assessing port hinterland relationships in the context of global supply chains », Wang, J., Notteboom, T., Olivier, D. et Slack, B., (dir. pub.), *Ports, cities and global supply chains*, Aldershot : Ashgate, pp. 51-68.
- Notteboom, T.A. (2006), « The Time Factor in Liner Shipping Services », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 8, n° 1, pp. 19-39.
- Padilha, F. et Ng, A.K. (2012), « The spatial evolution of dry ports in developing economies: The Brazilian experience », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 14, n° 1, pp. 99-121.
- Pittman, R. (2004), « Russian railways reform and the problem of non discriminatory access to infrastructure », *Annals of Public and Cooperative Economics*, vol. 75, n° 2, pp. 167-192.
- Pittman, R. (2007), « Options for restructuring the state-owned monopoly railway », *Research in Transportation Economics*, vol. 20, pp. 179-198.
- Pittman, R. (2013), « The freight railways of the former Soviet Union, twenty years on: Reforms lose steam », *Research in Transportation Business and Management*, vol. 6, n° 0, pp. 99-115.
- Port de Hong Kong (2012), « Port of Hong Kong: Handbook and Directory ».
- Port de Long Beach (2009), « Air Emissions Inventory », Long Beach.
- Robinson, R. (2002), « Ports as elements in value-driven chain systems: the new paradigm », *Maritime Policy and Management*, vol. 29, n° 3, pp. 241-255.
- Rodrigue, J. et Notteboom, T. (2010), « Comparative North American and European gateway logistics: the regionalism of freight distribution », *Journal of Transport Geography*, vol. 18, n° 4, pp. 497-507.
- Rodrigue, J. (1999), « Globalization and the synchronization of transport terminals », *Journal of Transport Geography*, vol. 7, n° 4, pp. 225-261.
- Rodrigue, J., Debie, J., Fremont, A. et Gouvernal, E. (2010), « Functions and actors of inland ports: European and North American dynamics », *Journal of Transport Geography*, vol. 18, n° 4, pp. 519-529.
- Rosa, V. (2007), « Evaluation of the dry port concept from an environmental perspective: A note », *Transportation Research Part D: Transport and the Environment*, vol. 12, n° 7, pp. 523-527.
- Roso, V. et Lumsden, K. (2010), « A review of dry ports », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 12, n° 2, pp. 196-213.

- Roso, V. et Rosa, A. (2012), « Dry port in concept and practice », D. Song et P. Panayides (dir. pub.), *Maritime Logistics: A Complete Guide to Effective Shipping and Port Management*, Kogan Page Publishers, pp. 179-193.
- Roso, V. (2008), « Factors influencing implementation of a dry port », *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 38, n° 10, pp. 782-798.
- Roso, V., Woxenius, J. et Lumsden, K. (2009), « The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland », *Journal of Transport Geography*, vol. 17, n° 5, pp. 338-345.
- Schilk, G., Blumel, E., Recagno, V. et Boevé, W. (2007), « Ship, port and supply chain security concepts interlinking maritime with hinterland transport chains », *International Symposium on Maritime Safety, Security and Environmental Protection*, Athènes (Grèce), 20 septembre.
- Shi, X., Tao, D. et Voß, S. (2011), « RFID technology and its application to port-based container logistics », *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, vol. 21, n° 4, pp. 332-347.
- Song, D. et Panayides, P.M. (2008), « Global supply chain and port/terminal: integration and competitiveness », *Maritime Policy and Management*, vol. 35, n° 1, pp. 73-87.
- Song, D. (2003), « Port Co-opetition in Concept and Practice », *Maritime Policy and Management*, vol. 30, n° 1, pp. 29-44.
- Stahlbock, R. et Voß, S. (2008), « Operations research at container terminals: a literature update », *Or Spectrum*, vol. 30, n° 1, pp. 1-52.
- Suykens, F. et van de Voorde, E. (1998), « A quarter a century of port management in Europe: objectives and tools », *Maritime Policy and Management*, vol. 25, n°3, pp. 251-261.
- Tongzon, J., Chang, Y. et Lee, S. (2009), « How supply chain oriented is the port sector? », *International Journal of Production Economics*, vol. 122, n° 1, pp. 21-34.
- Transport Scotland (2012), « Freight Facilities Grants Awarded to Projects in Scotland since August 1997 », Glasgow.
- van Asperen, E., Borgman, B. et Dekker, R. (2011), « Evaluating impact of truck announcements on container stacking efficiency », *Flexible Services and Manufacturing Journal*, vol. 25, n° 4, pp. 543-556.
- van der Horst, M. R. et de Langen, P. W. (2008), « Coordination in hinterland transport-chains: A major challenge for the seaport community », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 10, n° 1, pp. 108-129.
- Veenstra, A., Zuidwijk, R. et van Asperen, E. (2012), « The extended gate concept for container terminals: Expanding the notion of dry ports », *Maritime Economics and Logistics*, vol. 14, n° 1, pp. 14-32.
- Vyas, A D, Patel, D M et Bertram, K M (2013), « Potential for Energy Efficiency Improvement Beyond the Light-Duty-Vehicle Sector », Argonne National Laboratory, Argonne Il.
- Wiegmans, B.W., Rietveld, P., Pels, E. et van Woudenberg, S. (2004), « Container Terminals and Utilisation of Facilities », *International Journal of Transport Economics*, vol. 31, n° 3, pp. 313-339.

- Wiegmans, B.W., van der Hoest, A. et Notteboom, T. E. (2008), « Port and terminal selection by deep-sea container operators », *Maritime Policy and Management*, vol. 35, n° 6, pp. 517-534.
- Woodburn, A. (2011), « An Investigation of Container Train Service Provision and Load Factors in Great Britain », *European Journal of Transport Infrastructure Research*, vol. 11, n° 2, pp. 147-165.
- Woolford, R.E. et McKinnon, A.C. (2011a), « Decarbonising the Maritime Supply Chain: the Role of the Shipper », Notteboom T. (dir. pub.), *Current Issues in Shipping, Ports and Logistics*, Associated Scientific Publishers, Bruxelles.
- Woolford, R. et McKinnon, A.C. (2011b), « Container port emissions: What is included and just how big are they? », Cherrett T. (dir. pub.), *Proceedings of the Logistics Research Network Annual Conference*, Université de Southampton.
- Yang, Y. (2010), « Impact of the container security initiative on Taiwan's shipping industry », *Maritime Policy and Management*, vol. 37, n° 7, pp. 699-722.
- Yap, W.Y. et Lam, J.S.L. (2013), « 80 million-twenty-foot-equivalent-unit container pSustainability issues in port and coastal development », *Ocean and Coastal Management*, vol. 71, n° 0, pp. 13-25.
- Yeo, G., Pak, J. et Yang, Z. (2013), « Analysis of dynamic effects on seaports adopting port security policy », *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 49, pp. 285-301.
- Zhao, W. et Goodchild, A.V. (2010), « The impact of truck arrival information on container terminal rehandling », *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 46, n° 3, pp. 327-343.



Extrait de :

Port Investment and Container Shipping Markets

Accéder à cette publication :

<https://doi.org/10.1787/9789282107850-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

Acciario, Michele et Alan McKinnon (2015), « Efficience des infrastructures de transport et des services dans l'arrière-pays des grands ports à conteneurs », dans Forum International des Transports, *Port Investment and Container Shipping Markets*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789282107898-5-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.