

COMMENT ÉVALUER LA CAPACITÉ DES RÉSEAUX DE FRET ?

R. de SOLERE

Sétra, ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, France
Direction.SETRA@equipement.gouv.fr

RÉSUMÉ

Les évolutions économiques et logistiques impliquent depuis plusieurs décennies une croissance considérable des trafics de marchandises. La congestion qui en découle sur certains réseaux, les préoccupations environnementales de plus en plus présentes ainsi qu'une situation de rareté des finances publiques font de la capacité des infrastructures et de leur optimisation un enjeu fort pour les prochaines décennies. L'ouvrage présenté ici est un guide méthodologique dont la rédaction a été piloté par le Sétra, destiné à évaluer, pour chacun des modes de transport, les paramètres pertinents permettant de caractériser et d'apprécier la capacité des différents réseaux de fret. Il est destiné à des généralistes chargés d'analyser et d'éclaircir les choix prospectifs en matière de systèmes et services de transports ou de réaliser des études amont sur différentes alternatives. Après avoir précisé le contexte et les objectifs du guide, nous présenterons les principaux enseignements obtenus pour chaque mode de transport. Les résultats plus approfondis de la partie transport combiné rail-route seront enfin plus particulièrement étudiés.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU GUIDE

1.1. Contexte

Le développement et la persistance d'un certain nombre de goulets d'étranglement sur les grands axes européens pose une difficulté majeure au système de transport en Europe. La Commission européenne constatait en 2001 dans son Livre Blanc sur "la politique européenne des transports à l'horizon 2010" [1] que la congestion dans certaines régions ou sur certains axes, liée en particulier au déséquilibre entre les modes, menaçait la compétitivité économique de l'Europe. Ces problèmes de saturation ont en effet des conséquences sur l'activité économique, mais aussi sur l'environnement. C'est la raison pour laquelle la Commission a proposé d'adopter les orientations du réseau trans-européen de transport (RTE-T) à l'Europe élargie. Qu'ils se situent sur les grands corridors d'échanges, aux abords des agglomérations, des barrières naturelles ou des frontières, les goulets concernent tous les modes.

Afin d'anticiper l'augmentation des flux de marchandises et une éventuelle saturation des réseaux de fret, il est donc aujourd'hui primordial d'optimiser l'utilisation des infrastructures existantes et de mettre en place des politiques permettant un rééquilibrage efficace des flux en favorisant les alternatives au mode routier. C'est pourquoi il importe d'avoir une excellente connaissance des différents modes de transport et des réseaux qui les supportent, et donc d'estimer les réserves de capacité de ces modes.

La direction générale de la Mer et des Transports (DGMT) du ministère français des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer (MTETM) exprime une attente forte sur ce sujet et a donc souhaité l'élaboration d'un guide relatif à la capacité des réseaux de fret. Ce guide est issu d'une volonté de voir le ministère s'impliquer dans des études de transport de marchandises à caractère "multimodal".

1.2. Objectifs du guide

L'objectif de l'ouvrage est de fournir au lecteur, pour chacun des modes de transport, les éléments utiles pour l'évaluation des paramètres pertinents permettant de caractériser et de mesurer la capacité des différents réseaux de fret en vue d'une analyse multimodale.

Ce document ne s'adresse pas à des spécialistes de chacun des modes. Il est destiné à des généralistes chargés de réaliser des études amont sur différentes alternatives ou d'analyser et d'éclaircir les choix prospectifs en matière de systèmes et services de transports. Il présente l'ensemble des connaissances utiles à la compréhension des questions relatives à la capacité de l'offre, et permet, dans le cadre d'une problématique transversale sur les systèmes et corridors de transport de marchandises, de procéder à des estimations portant sur la capacité comparée des différents modes de transport de fret. Ce guide concerne donc l'ensemble des chargés d'études du ministère des transports et des établissements publics gestionnaires des réseaux, mais également les bureaux d'études privés. Essentiellement méthodologique, cet ouvrage s'adressera plus largement toutes les personnes s'intéressant aux problématiques de transport en Europe.

Après une présentation du contexte économique du transport de marchandises, le document traite de la question de la capacité des palettes et des conteneurs. Sont ensuite étudiés le mode ferroviaire, le mode routier, le transport combiné rail-route, les modes fluvial, maritime, aérien, et enfin le transport par pipeline.

1.3. Méthodologie

Le guide a été réalisé par un groupe de travail formé de chargés d'études du Réseau Scientifique et Technique du ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer. Ce groupe de travail piloté par le Sétra a sollicité la collaboration des organismes et acteurs compétents : Réseau Ferré de France, Voies Navigables de France, l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, etc.

Un état de l'art en France et à l'échelle européenne quand cela a été possible pour chaque mode de transport a été réalisé et a permis d'enrichir ce guide. L'originalité du document tient dans le fait qu'il traite de l'ensemble des modes.

D'une façon générale, la méthodologie retenue pour aborder un mode de transport a été la suivante : présentation du contexte et des caractéristiques principales de fonctionnement du mode, présentation du matériel utilisé, présentation du réseau puis de son exploitation, conséquences de l'ensemble de ces éléments sur les paramètres déterminant la capacité du mode, puis la capacité particulière des nœuds du réseau.

2. PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Les principaux enseignements de ces travaux sont présentés ici pour chaque mode de transport : mode routier, ferroviaire, fluvial, maritime, aérien et transport par pipeline.

2.1. La capacité du transport routier de marchandises

En 30 ans, le trafic routier de marchandises en France (mesuré en tonnes - km) a été multiplié par 2,5. La position centrale de la France en Europe en fait un territoire de transit, passage obligé pour les échanges des pays périphériques tels que l'Italie, le Portugal et l'Espagne. Plusieurs facteurs peuvent expliquer la croissance du transport routier :

- de nouvelles formes d'organisation du secteur industriel très exigeantes au regard de la flexibilité et de la fiabilité des transports ;
- une forte concurrence dans le secteur du transport routier de marchandises tirant les prix vers le bas : depuis 1985, les prix du transport routier ont diminué de 30% ;
- le développement des infrastructures routières ;
- la proportion élevée de transports à courte ou moyenne distance, peu favorable aux autres modes.

Quelles que soient les solutions mises en oeuvre pour limiter le trafic routier de véhicules légers et lourds, celui-ci a continué d'augmenter de façon significative jusqu'en 2004, l'année 2005 semblant toutefois marquer en France un pallier à cette progression. Cette forte demande se traduit, dans bien des secteurs, par l'apparition de phénomènes de congestion, plus ou moins réguliers, plus ou moins soutenus. La question à laquelle sont confrontés les gestionnaires de routes et d'autoroutes est donc de savoir comment faire passer plus de véhicules sans dégrader le niveau de service, c'est-à-dire avec le même niveau de sécurité, sans contrainte sur la vitesse du flux de transit et sans augmenter les temps de parcours de l'ensemble des utilisateurs du réseau routier.

En terme de capacité, une route peut être considéré comme un tuyau dans lequel s'écoule différents flux de véhicules. Les courbes débit – concentration permettent de mettre en évidence les seuils de gêne et de saturation. Les principaux facteurs influant sur les distances inter-véhiculaires et les vitesses pratiquées, et donc sur la capacité, sont la visibilité, la largeur des voies, la pente, la nature du trafic (répartition VL / PL), la nature des déplacements (habités ou non), les mesures d'exploitation, les conditions météorologiques...

La congestion constatée sur le réseau routier est principalement due aux véhicules légers (VL) et se présente sous deux aspects distincts. D'une part, la congestion saisonnière correspond essentiellement aux migrations estivales ou d'accès aux stations de sport d'hiver (récurrence faible et moyenne) ; l'exemple le plus évident en France concerne la saturation dans la vallée du Rhône et sur l'arc languedocien, où la période estivale concentre 50 % à 70 % des heures de saturation. D'autre part, une congestion récurrente caractéristique des trajets domicile – travail, qui se retrouve quotidiennement principalement à proximité des agglomérations ; c'est cette dernière forme de congestion routière qui constitue le plus important handicap pour le transport routier de marchandises.

Si la congestion routière pénalise la compétitivité du transport routier de marchandises, on constate inversement que la présence de PL affecte nettement les conditions de circulation : la capacité d'une route est d'autant plus faible que la proportion de PL est importante. En effet, de par leur gabarit, leurs vitesses moindres et les inter-distances plus grandes laissées dans leur voisinage, les poids lourds occupent un espace plus important sur la chaussée et pendant plus longtemps. Les dépassements et changements de voies à des vitesses réduites diminuent également la fluidité du trafic. En moyenne, on estime à 15% la proportion de PL sur autoroute et autour de 8 ou 10% sur les autres axes.

Diverses mesures d'exploitation peuvent être mises en oeuvre afin d'améliorer les conditions de circulation :

- l'interdiction de dépassement pour les poids lourds, largement utilisée dans les pays à forte densité de circulation comme les Pays-Bas, mise en oeuvre à titre expérimental en France entre Poitiers et la frontière espagnole (RN10 et A63) et prochainement sur les autoroutes A7, A8 et A9 (vallée du Rhône et pourtour méditerranéen). En limitant la

circulation des poids lourds à la file de droite, cette mesure devrait permettre une meilleure fluidité de la circulation des véhicules particuliers ;

- l'information routière des usagers ;
- la régulation dynamique des vitesses, consistant à conseiller à l'utilisateur, en période de trafic dense mais encore fluide, une vitesse inférieure à celle autorisée. Cette mesure permet d'obtenir une meilleure fluidité du trafic et de retarder l'apparition de bouchons ;
- la modulation des péages, en augmentant le prix du péage soit dans les périodes les plus chargées, soit sur les sections les plus fréquentées ;
- les mesures de contrôle d'accès, qui doivent permettre à la section courante de mieux absorber les volumes entrants. Ces mesures posent un certain nombre de difficultés, d'une part parce qu'il faut disposer d'aires de stockage à proximité des points d'entrée, d'autre part parce que cela ne peut fonctionner que sur un réseau maillé, offrant des itinéraires de substitution possédant de bonnes réserves de capacité.

2.2. La capacité du transport ferroviaire de marchandises

Malgré la forte augmentation générale du transport de marchandises, le chemin de fer voit sa part de marché diminuer en Europe depuis le début des années 70, et il enregistre en outre une diminution absolue de son trafic en t-km (249 milliards de t-km en 2000 contre 283 en 1970). En 2002, dans un scénario de tendance, la Commission Européenne anticipait une poursuite du recul de la part de marché du transport ferroviaire de marchandises dans les états membres de l'Union Européenne, qui passerait de 8,6% en 1998 à 6,9% en 2010. Pour inverser cette tendance, il a été décidé notamment de créer un véritable marché intérieur du rail. En particulier, en France, le marché national du fret est ouvert à tous les opérateurs depuis mars 2006.

En France, les infrastructures ferroviaires ne sont plus à la hauteur de l'augmentation globale du trafic et on constate aujourd'hui une multiplication des goulets d'étranglement ferroviaires à proximité des principales agglomérations, où des trafics de différentes natures (trains de fret, trains régionaux ou trains longue distance) partagent les mêmes infrastructures.

Un audit du réseau ferroviaire français réalisé pour le compte de RFF et de la SNCF [2] constatait en septembre 2005 "un vieillissement très important du réseau". L'étude démontre que la France investit sensiblement moins dans la maintenance de son réseau ferré que ne le font la Grande-Bretagne, l'Italie, l'Espagne et la Suisse. La conséquence en est une diminution de la durée de vie moyenne des infrastructures et une fiabilité du système ferroviaire qui "décroît lentement mais sûrement".

De nombreuses contraintes peuvent impacter la capacité du réseau ferroviaire pour le transport de marchandises :

- la configuration du réseau (gabarit et nombre de voies, masse maximale admise par essieu, vitesses autorisées, cantonnement et signalisation, garages, pentes...) ;
- l'exploitation du réseau : prise en compte des différents types de trafics (voyageurs et marchandises), des différents types de circulation (vitesses...), répartition des sillons et construction du graphique horaire, gestion des perturbations et utilisation des capacités de récupération du système ;
- l'entretien (ou maintenance) du réseau, qui comprend l'entretien courant et les opérations de renouvellement, et qui monopolise des plages horaires importantes ; en ce sens, les travaux de maintenance de l'infrastructure sont réalisés avec un double objectif de productivité et de perturbation minimale de l'exploitation ;
- les performances techniques et la disponibilité du matériel.

Une meilleure organisation et une meilleure productivité du matériel, de l'exploitation et des services ferroviaires peuvent entraîner des gains de capacité. Par exemple, la conception de trains plus longs (et donc plus lourds) peut permettre de réaliser des gains de productivité et de capacité. Le système de cadencement (succession de trains à intervalles réguliers assurant la même desserte) que Réseau Ferré de France souhaite mettre en place sur le réseau français apparaît comme une solution de lisibilité pour l'usager mais aussi comme une solution de production répétitive et régulière des sillons.

Le redressement du transport ferroviaire européen de marchandises passe par le fait de dédier des sillons internationaux performants au transport de fret, soit par infrastructure, soit par période de la journée. Aujourd'hui, la compétitivité du rail est limitée par la différence entre les Etats membres au niveau du matériel, de la technologie, de la signalisation, des règles de sécurité, de freinage, de courant de traction et de limitations de vitesse. Cette situation oblige les trains internationaux à stopper aux frontières. Le système européen de gestion du trafic, ERTMS (European Rail Traffic Management System), vise par exemple à remédier à cette fragmentation en standardisant les multiples systèmes de signalisation qui coexistent actuellement.

2.3. La capacité du transport fluvial de marchandises

La navigation intérieure enregistre en France depuis 10 ans une croissance soutenue de 3 % par an en moyenne. La croissance est encore plus spectaculaire quand on considère le trafic de conteneurs, pour lequel le transport fluvial se positionne clairement comme un moyen performant pour la desserte des ports maritimes.

Cependant, malgré des progrès consécutifs au renouvellement de la flotte, à l'ouverture du marché et aux efforts des gestionnaires pour attirer de nouveaux clients, il semble que le transport fluvial n'a pas encore toute l'importance qu'il pourrait avoir, et il est nécessaire de poursuivre le développement de ce mode dont les réserves de capacité semblent considérables. Il existe notamment encore un certain nombre d'obstacles en terme d'infrastructure (gabarit inadapté, hauteur des ponts, fonctionnement des écluses, manque d'équipements de transbordement etc.) empêchant une circulation fluide des bateaux durant toute l'année.

L'Union Européenne a lancé en 2006 le programme d'actions NAÏADES (pour NAVigation Intérieure : Actions et Développement en Europe), qui se base sur une analyse approfondie du secteur et qui émet des recommandations d'action pour la période 2006-2013. Il vise principalement cinq domaines interdépendants : le marché, la flotte, les emplois et compétences, l'image du secteur, les infrastructures.

La capacité du mode fluvial se caractérise à la fois par la description physique du réseau, par son exploitation, et par la flotte pouvant l'emprunter. Les paramètres influant sur la capacité relèvent de deux logiques différentes. Certaines contraintes sont liées à la demande : distribution de la flotte, tonnage transporté et tonnage maximal par type de bateau, coefficient de chargement moyen, taux de retour à vide. D'autres sont liées à l'offre : gabarit, capacité des écluses, exploitation (horaires d'ouverture de navigation, nombre de jours de navigation dans l'année). Il est donc important de comprendre qu'indépendamment de la capacité théorique de la voie, la capacité peut être limitée par des éléments extérieurs, par exemple par la flotte de bateaux disponible sur un bassin.

En France, en matière d'exploitation, le Schéma Directeur d'Exploitation des Voies Navigables [3] est destiné à définir les niveaux de service que VNF (le gestionnaire du

réseau fluvial) s'engage à mettre en place d'ici 2009 sur l'ensemble du réseau qui lui est confié. La tendance est à une augmentation de l'amplitude de navigation et à une limitation du nombre de jours d'arrêt de navigation pour entretien.

La capacité des voies navigables est déterminée en France en grande partie par le dimensionnement et le débit des écluses. La circulaire du 1^{er} Mars 1976 [4] a défini une méthode pour évaluer la capacité des écluses, qui dépend de la durée du cycle de l'écluse, du nombre de jours de navigation par an, du nombre d'heures d'ouverture journalière, du tonnage maximum supporté par la voie, mais aussi du chargement moyen des bateaux et de l'occupation moyenne du sas de l'écluse. L'application de cette méthode permet de constater que la saturation sur les voies fluviales n'est pas aujourd'hui un sujet de préoccupation. Sans doute pour encore quelques années, les chargeurs ne se plaindront pas d'un trafic trop important mais plutôt de certains problèmes de gabarit.

La notion de capacité d'un port fluvial doit être abordée de manière semblable à la notion de capacité d'un port maritime, en distinguant trois composantes : la capacité bord à quai ou capacité de transbordement, la capacité de stockage, et la capacité de réception / évacuation des marchandises vers la zone de chalandise du port. A noter que le port est un tout homogène : une défaillance dans un des trois niveaux pourra avoir des répercussions sur les deux autres.

2.4. La capacité du transport maritime de marchandises

La croissance des échanges dans le monde a été facilitée par les possibilités de massification offertes par le transport maritime. En Europe, la concurrence est très forte entre les ports du nord d'une part, et entre les ports méditerranéens d'autre part. Il est capital pour les ports français de disposer de places portuaires compétitives, et les pistes de développement sont les suivantes :

- les ports et l'Etat doivent investir dans de grands terminaux capables de traiter une masse de plus en plus importante de trafic dans un temps de plus en plus court ; la réalisation de nouveaux terminaux à conteneurs au port du Havre (Port 2000) en est la première concrétisation. Sa mise en service intervient dans un contexte européen de congestion des capacités portuaires, ce qui peut permettre au port du Havre de devenir un acteur majeur au niveau continental ;
- la modernisation de la manutention portuaire engagée en 1992 est en passe d'être réussie ; l'arrivée, sur les principales places françaises, d'opérateurs à dimension internationale devrait contribuer à son achèvement ;
- l'unification des opérations de manutention portuaire sous la responsabilité pleine et entière des sociétés de manutention peut permettre de réaliser la rationalisation des fonctions d'exploitation ;
- les dessertes terrestres doivent être performantes, notamment en matière ferroviaire et fluviale ; ceci implique sans doute la présence des armateurs tout au long de la chaîne économique.

Dans ce contexte d'augmentation globale du transport maritime, le trafic par conteneurs connaît la croissance la plus importante. En particulier, l'augmentation de la taille des bateaux porte-conteneurs oblige les ports à adapter leurs conditions d'accessibilité, la longueur des quais, mais aussi à proposer des équipements et des services de manutention efficaces (rapidité, fréquence, fiabilité, sécurité).

Les principaux enjeux en matière de capacité portuaire sont d'une part les performances des différents terminaux et leur capacité à pouvoir traiter la marchandise avec une qualité de service satisfaisant les armateurs et les chargeurs, d'autre part la capacité de la

desserte terrestre et l'organisation générale de ces acheminements terrestres, qui doivent être adaptées aux flux traités par le port et à la desserte de l'hinterland.

2.5. La capacité du transport aérien de marchandises

Le transport aérien, par son organisation, par les caractéristiques et la valeur des marchandises transportées, par les faibles volumes qu'il représente, est un mode de transport qui ne se positionne pas réellement en concurrent des autres modes de transport de marchandises.

De nombreux facteurs interviennent dans la détermination de la capacité aéroportuaire. La capacité des pistes, la capacité des couloirs aériens, la structure des trafics (heures creuses et heures de pointe), le matériel utilisé sont des éléments à prendre en compte.

En matière de fret plus précisément, la chaîne logistique aérienne est une chaîne complexe, soumise à de nombreuses contraintes (liées à la sûreté en particulier) et faisant intervenir de nombreux acteurs. Les principaux enjeux liés à la capacité, évoqués par les agents de fret en particulier, sont les suivants :

- la réduction de la congestion routière aux abords de l'aéroport pour améliorer les pré et post-acheminements routiers ;
- la capacité des magasins de l'agent de fret et de la compagnie aérienne ; en particulier, les évolutions liées au rapport import / export impliquent l'adaptation en capacité des magasins ;
- la fluidité de la transmission entre la prise en charge de la marchandise par le commissionnaire et le chargement dans l'avion. Les démarches administratives de plus en plus strictes, relatives à la sûreté et aux contrôles douaniers et sanitaires, sont sources de blocage dans la fluidité de la chaîne logistique.

A la différence du transport express (transport de petits colis sous 24 à 48 heures), la question de la saturation des pistes aériennes n'est pas un véritable problème pour le general cargo (transport aérien standard), étant donné que les contraintes horaires ne sont pas essentielles pour ce type de marchandises.

Le dimensionnement des aérogares fret semble en revanche être le facteur limitant et déterminant de la capacité fret d'un aéroport. Une aérogare fret est un maillon essentiel dans la chaîne du transport de marchandises. La capacité de traitement d'une aérogare varie considérablement, en fonction de la régularité des trafics, des caractéristiques des produits (volume...) et des durées de stockage. Le dimensionnement du nombre de parkings avions est également un paramètre important.

2.6. La capacité du transport de marchandises par pipelines

Le transport de produits pétroliers est un bon exemple pour analyser le transport de marchandises par pipelines, étant donné qu'il peut y avoir concurrence avec les autres modes de transport. La capacité d'un oléoduc dépend des capacités de ses éléments constitutifs (la ligne, les stations de pompage et les installations terminales) ainsi que d'un effet "réseau". Les oléoducs ne sont pas saturés en France, et les projets de construction ou de prolongement sont rares et de petite envergure. La capacité peut par ailleurs être augmentée par une amélioration des performances des outils d'exploitation (stations de pompage). Cependant, la complexité du réseau et la demande forte à certaines périodes peuvent entraîner occasionnellement une difficulté des opérateurs à répondre à la demande. Un processus de contingentement (report d'une partie de la livraison) peut alors être mis en œuvre.

3. LA CAPACITÉ DU TRANSPORT COMBINÉ RAIL-ROUTE

Le transport combiné rail-route est un transport intermodal (c'est-à-dire utilisant deux modes de transport ou plus mais avec la même unité de chargement ou le même véhicule routier, et sans empotage ni dépotage des marchandises) dont les parcours principaux, en Europe, s'effectuent par rail et dont les parcours initiaux et/ou terminaux, par route, sont les plus courts possible.

La figure ci-dessous présente une description de la chaîne de transport combiné rail-route (acheminement visualisé en suivant le parcours d'une Unité de Transport Intermodal – UTI – depuis son origine jusqu'à sa destination) et la compare à un transport routier simple. L'utilisation du transport combiné rail-route implique de mettre la marchandise dans une caisse mobile, de transporter par la route ce dernier au terminal de départ, et de le récupérer au terminal de destination pour l'acheminer par route à sa destination finale. En particulier, on constate que la technique du transport combiné génère une série d'actes isolés (dont des manutentions) dont le transport routier s'affranchit et qui sont difficiles à synchroniser et à rentabiliser.

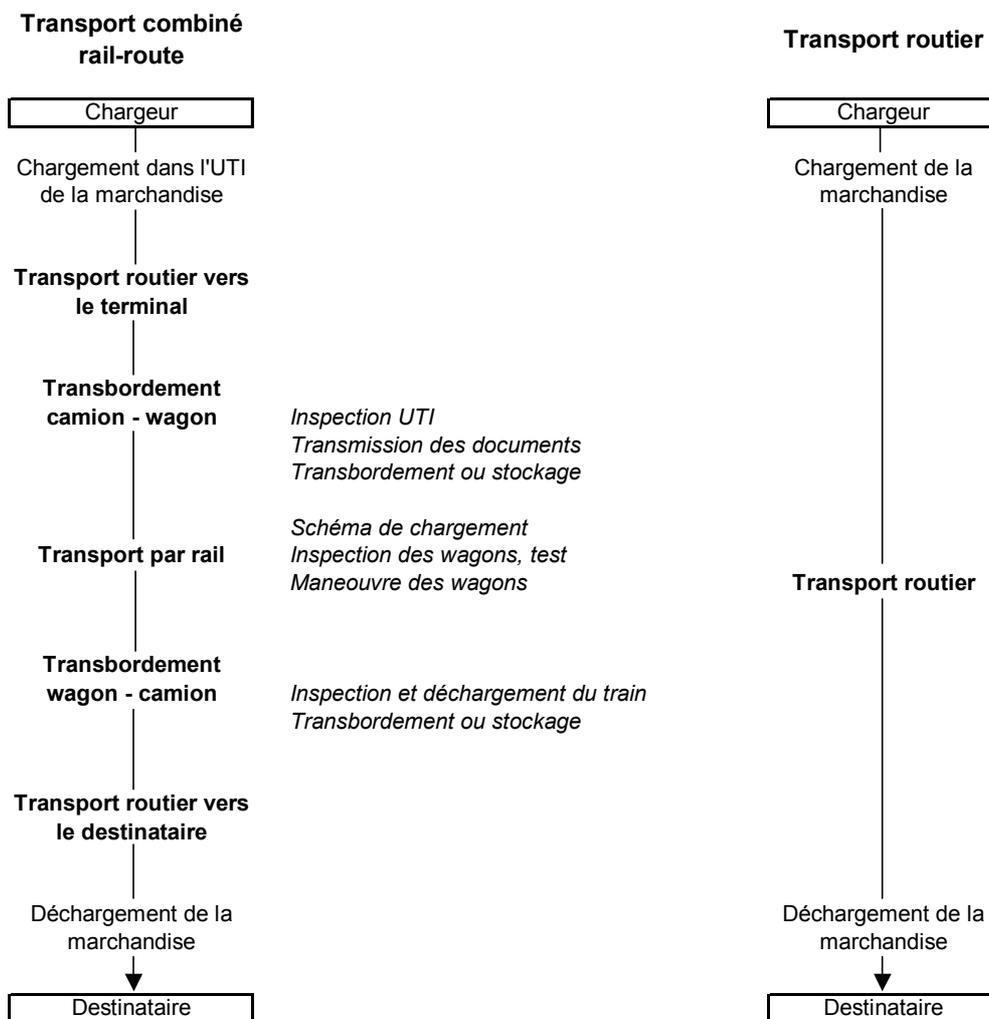


Figure 1 – Description de la chaîne de transport combiné rail-route et comparaison avec le transport routier

3.1. Les caisses mobiles

Une caisse mobile est une unité conçue pour le transport de marchandises, équipée d'éléments de préhension permettant le transbordement entre modes. Le principal avantage réside dans ses dimensions qui sont celles d'une semi-remorque routière, soit 13,60 m de longueur et 2,55 m de largeur extérieures, la largeur intérieure de 2,44 m permettant ainsi de charger deux Europalettes côte à côte. Cette optimisation implique un gain de 25 % par rapport au conteneur de 40'. En revanche, ce matériel ne peut être utilisé que pour le transport par rail et à son prolongement routier car, non gerbable (non empilable), elle ne peut être utilisée ni en transport maritime ni en transport fluvial.

3.2. Les contraintes du transport combiné rail-route

3.2.1. *Le réseau disponible*

Le transport combiné rail-route suppose l'existence de chantiers équipés, appelés aussi terminaux, qui permettent la manutention des UTI et qui constituent un réseau. Le transport combiné rail-route suppose la massification des flux. Les terminaux rail-route doivent donc être positionnés dans des zones de forte densité d'activité économique permettant d'avoir un volume de fret suffisant. Le réseau des terminaux ne peut donc pas constituer un maillage fin du territoire par des chantiers rail-route n'est pas économiquement pertinent.

3.2.2. *L'accessibilité aux terminaux*

Les chantiers sont situés à proximité des grands centres économiques. Leur desserte est donc contrariée par la congestion routière. La congestion routière, sans limiter l'activité ou la capacité d'un terminal rail-route, oblige le transporteur à s'organiser afin de mettre à disposition du chantier toutes les caisses mobiles dans les délais.

Les contraintes ont un impact sur l'efficacité des dessertes terminales routières. Les travaux effectués par Patrick Niérat en 1992 [5] ont donné en particulier deux résultats qui illustrent la faible performance de ces pré et post-acheminements routiers : en moyenne, plus d'un tiers des parcours réalisés sont improductifs, dans le sens où le trajet est réalisé en tracteur solo ou avec une caisse vide ; le nombre de caisses traitées par jour et par conducteur (caisses arrivées et parties par train) varie en moyenne entre 2 et 4, pour un nombre d'opérations moyen (nombre de parcours réalisés) de 6,15.

Le coût des pré et post-acheminements routiers représente de 30 à 50 % du coût d'un transport combiné. La faible performance des dessertes terminales, liée à l'environnement et aux contraintes du secteur du transport combiné, en est une cause essentielle.

3.2.3. *L'aire de marché des terminaux rail-route*

Les travaux réalisés par Patrick Niérat en 1992 [6] s'appuient sur la théorie des aires de marché qui permet, par comparaison des coûts, la détermination de la zone liée à un chantier de transbordement pour laquelle le transport combiné rail-route est moins cher que le transport entièrement routier.

Ces travaux montrent que le taux de parcours à vide (c'est-à-dire le pourcentage de parcours improductifs des pré- et post-acheminements routiers) apparaît comme l'un des ingrédients fondamentaux de la compétitivité du transport combiné : plus ce taux est élevé, plus la solution transport combiné se trouve confinée à une surface restreinte autour du centre de transbordement.

La productivité des dessertes terminales conditionne donc l'aire de marché du centre de transbordement. D'autres paramètres impactent la compétitivité du transport combiné, et font que l'aire de marché d'un terminal peut-être plus ou moins grande : le poids des marchandises et le déséquilibre des flux par exemple, qui se répercutent sur l'étendue de l'aire de marché par l'intermédiaire de la tarification ferroviaire.

3.3. Le dimensionnement des chantiers de transport combiné rail-route

La capacité de traitement d'un terminal rail-route est déterminée par les facteurs suivants :

- infrastructure et superstructure : nombre et longueur des voies de transbordement, nombre et type des engins de manutention, surface de stockage ;
- processus d'organisation du terminal : accès routier et ferroviaire, réalisation des opérations ferroviaires, flux d'informations... ;
- comportement des clients (respect des horaires pour enlèvements ou livraisons) et horaires d'ouverture ;
- type de services proposés : domestique / international, fonction de hub.

La capacité d'un chantier rail-route dépend en premier lieu de ses dimensions physiques. Un chantier doit être capable de recevoir, sur le faisceau de réception, des trains d'une longueur adaptée au potentiel du réseau ferroviaire auquel il est raccordé. La longueur maximale d'un train est de 750 mètres en France (1000 mètres en Europe dans un avenir proche sur certains axes prioritaires).

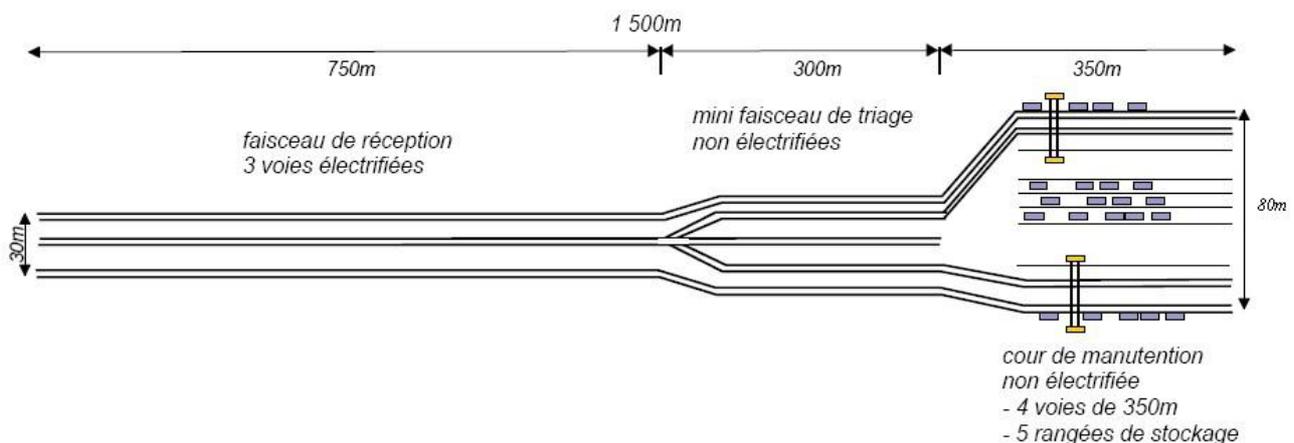


Figure 2 – Exemple d'un terminal rail-route : vue en long schématisée

La cour de manutention doit comprendre une zone permettant le stockage temporaire des UTI. Mais contrairement aux zones portuaires, les UTI sont en général traitées dans la journée, et 90 % dans la demi-journée.

Les engins de manutention pour le transbordement des UTI sur un terminal rail-route sont de deux types. Le portique roulant est une grue portique de 20 à 30 m de large pouvant déplacer la charge dans les trois dimensions : hauteur, largeur, longueur, et évoluant lui-même en site propre soit sur rails, soit sur pneus. Le "reach stacker" est une grue automobile équipée d'un dispositif de levage frontal lui permettant de déplacer des caisses mobiles. Cet engin permet une grande souplesse d'exploitation et peut accéder à tout le chantier alors que le portique est le plus souvent captif de la voie. Le coût d'investissement pour un portique est supérieur, mais il est compensé par les charges d'exploitation moins élevées. Il n'y a pas de ratios généralisables pour l'utilisation de tel ou tel type d'engins ; c'est fonction de la géométrie du terminal, des caractéristiques des trafics...

La capacité de traitement d'un chantier de transport combiné est fonction du maillon le moins productif du chantier, et dépend ainsi le plus souvent de la durée des transbordements wagon / camion des UTI. Selon le type d'engins de manutention, un transbordement wagon / camion varie de 3 à 4 minutes. Pour un train de 35 conteneurs sur un transport national, la durée moyenne de chargement ou de déchargement est ainsi estimée à 2 heures environ quand il n'y a qu'un seul portique. Souvent, les terminaux rail-route en France sont équipés de deux portiques. La durée de manutention pour acheminer une UTI depuis ou vers une zone de stockage est estimée à 10 minutes. Pour un train avec 25 % d'UTI stockées ou à déstocker, la durée globale de déchargement ou de chargement sera de 3 heures, toujours dans le cas de l'utilisation d'un seul portique. L'utilisation de plusieurs voies et portiques de manutention permettra de réduire ces délais, mais avec des limites liées à l'encombrement des parkings et des voies de circulation.

3.4. Les autoroutes ferroviaires

Une autoroute ferroviaire est un service qui permet l'acheminement de poids lourds par voie ferrée, dans des rames spécialement conçues à cet usage. Ce service de transport consiste en la mise en place de liaisons viables, régulières et fréquentes. Il se distingue du transport combiné classique par le fait que le matériel transporté est un matériel routier (tracteur et semi-remorque routière). L'autoroute ferroviaire peut être utilisée en "transport accompagné" (le tracteur et le chauffeur accompagnent la remorque sur le train, une voiture étant prévue pour l'accueil des chauffeurs) ou en "transport non accompagné" (le chauffeur dépose sa remorque seule au terminal, et un autre chauffeur récupère la remorque au terminal de destination).

La mise en place d'un service d'autoroute ferroviaire demande comme toute circulation ferroviaire l'attribution d'un sillon, à savoir l'existence d'un droit de circulation sur la voie ferrée à des heures précises. Par ailleurs, compte tenu des tailles et formes des camions comme des wagons, il existe des contraintes sur les gabarits.

3.4.1. Les wagons et chantiers de transfert Modalohr



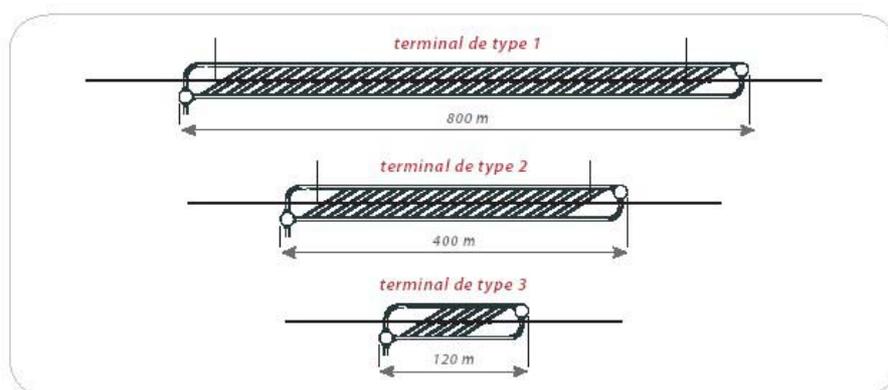
Figure 3 – Le wagon Modalohr

Modalohr est un wagon développé par Lohr Industrie, utilisé sur l'Autoroute Ferroviaire Alpine (AFA) entre Aiton (vallée de la Maurienne) en France et Orbassano (près de Turin) en Italie. Il est surbaissé et articulé, spécialisé pour le transport de matériels routiers standards non spécifiques. Il se caractérise notamment par un chargement latéral "en épis" des camions effectué directement avec le tracteur routier (pas d'engins de manutention) permettant un transbordement simultané et très rapide des camions.

3.4.2. Notions de capacité

Un wagon double Modalohr mesure 33 mètres et comporte deux emplacements permettant le transport de deux semi-remorques ou d'une semi et de deux tracteurs. Fin 2006, le train de l'AFA comprend 11 wagons, soit 22 emplacements (14 camions complets ou 22 remorques). Dès 2007, un service de ce type sera assuré entre Perpignan et le Luxembourg par des trains de 700 m comportant 20 wagons (40 emplacements).

La capacité d'un chantier dépend du nombre de voies, de la longueur de celles-ci (des voies trop courtes impliquent le découpage et des manoeuvres de trains) et du nombre des moyens de transbordement (car certains systèmes autres que Modalohr impliquent des manutentions nécessitant l'utilisation d'engins de transbordement). La figure ci-dessous présente les capacités d'accueil pour différentes tailles de chantier (source : Modalohr).



Type de terminal	Capacité	Fréquence des trains	Longueur (train de 750 m)	Nombre de déplacements sur le terminal (train de 750 m)
Type 1	grande	1 à 2 trains / h	800 m	0
Type 2	moyenne	de 1 train / 2h à 1 train / 6h	de 200 à 400 m	1 à 2
Type 3	faible	1 à 3 trains / j	de 120 à 200 m	3 à 6

Figure 4 – Capacité des terminaux Modalohr

Pour obtenir la capacité du service, il est nécessaire de croiser les capacités des sillons (en ligne et en entrée de chantier de transbordement), celle des trains, celle du chantier. Rappelons ici que la demande peut également être un paramètre déterminant de la capacité. En particulier, le taux de remplissage impacte la capacité d'un service d'autoroute ferroviaire, et est souvent pris à 75%, après montée en charge du service. La capacité du service dépend également du nombre de jours de service par an.

4. CONCLUSION

Le présent article permet de saisir pour chacun des modes les enjeux en terme de capacité. De très nombreux facteurs influent sur la capacité d'une infrastructure. Les caractéristiques physiques du réseau, l'exploitation et l'entretien de ce réseau, les caractéristiques du matériel utilisé, les spécificités de la demande, la présence de goulets d'étranglement, sont autant d'éléments qui impactent la capacité d'un réseau d'infrastructures. Par ailleurs, la prise en compte du trafic voyageurs a évidemment une incidence forte sur l'évaluation de la capacité d'un réseau pour le fret.

Même s'il est difficile de proposer une définition unique de la capacité d'un réseau ou d'évaluer précisément cette capacité pour le fret (car, on l'a vu, la capacité dépend d'un grand nombre d'éléments), on constate cependant qu'elle est en fait souvent déterminée par un ou deux facteurs limitants propres à chaque mode. L'évaluation de ces facteurs limitants permet ainsi de mener une estimation de la capacité.

En ce qui concerne le transport combiné rail-route, ce sont souvent la configuration et les performances du terminal de transbordement qui déterminent la limite de capacité du système. Cependant, on a montré qu'un grand nombre d'autres paramètres influent sur cette capacité : conditions de la desserte routière, disponibilité des sillons sur le réseau ferroviaire, caractéristiques de la demande...

Le guide relatif aux capacités des réseaux de fret sera publié en 2007 par le Sétra et sera référencé à la Documentation des Techniques Routières Françaises (DTRF / <http://dtrf.setra.equipement.gouv.fr/>).

RÉFÉRENCES

1. Commission Européenne (2001). Livre Blanc la politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix.
2. SNCF, RFF, EPFL (2005). Audit sur l'état du réseau ferré national français.
3. VNF (2005). Schéma Directeur d'Exploitation des Voies Navigables.
4. Circulaire n°76-38 du 1^{er} Mars 1976 relative aux caractéristiques des voies navigables
5. Niérat, P. (1992). Transport combiné rail-route : contraintes et performances des dessertes routières. Selected proceedings of the sixth World Conference on Transport Research, Lyon. Let/WCTR, pp. 2733-2743
6. Niérat, P. (1992). Aire de marché des centres de transbordement rail-route : pertinence de la théorie spatiale. Selected proceedings of the sixth World Conference on Transport Research, Lyon. Let/WCTR, pp. 2983-2994
7. RFF (2004). Document de référence du réseau ferré national.
8. Cour des Comptes (2006). Les ports français face aux mutations du transport maritime : l'urgence de l'action.
9. ADEME (2006). Transports combinés rail-route, fleuve-route et mer-route – Tableau de bord national 2006.